

А. И. РОЗИН



СЛЕСАРЬ- ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИК

МАШГИЗ • 1957

В книге рассказывается об основах технологии изготовления различных приспособлений, штампов, режущего и измерительного инструмента. Описывается порядок и практика выполнения разнообразных слесарных и сборочных операций в инструментальном производстве. Приводятся сведения общетехнического характера, знакомство с которыми необходимо квалифицированному слесарю-инструментальщику. Значительное место в книге уделяется описанию инструмента, а также организации труда и рабочего места слесаря-инструментальщика.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для повышения квалификации слесарей-инструментальщиков, а также может быть использована мастерами, работающими в инструментальных цехах машиностроительных заводов.



Рецензент инж. **В. Д. Розенцвейг**

Редактор инж. **Г. А. Студенок**

УРАЛО-СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА

Ведущий редактор **В. С. Кравцов**

ВВЕДЕНИЕ

Возникновение и развитие профессии слесаря-инструментальщика имеет свою многовековую историю. Уже в ту далекую эпоху, когда было открыто железо и человек осознал его пользу, люди стали широко заниматься ремеслами, производя из дерева, камня, кожи и железа предметы домашнего обихода и орудия.

На Руси всех, кто занимался ремеслами, называли кузнецами. Слово «кузнец» означало «кователь» (делатель) и только позже это слово приобрело знакомый нам смысл, как название профессии — делателя железа и железных изделий. Уже в VII—VIII вв. преобладающим производством в русском ремесле было изготовление железных и стальных изделий, а вскоре и изготовление этих изделий отделилось от выработки железа и стали из руды. Так возникли кузнечное дело и металлургия.

Однако в то время наряду с чисто кузнечными (горячими) работами кузнецы еще занимались и окончательной (холодной) обработкой самых разнообразных предметов. Несколько позже появилась особая группа кузнецов, которые изготавливали только некоторые, определенные предметы обихода, инструменты или оружие. Примерно в X—XI вв. образовались ювелирное, замочное, инструментальное и другие ремесла. Людей, занимавшихся этими ремеслами, стали называть «замочниками». Следует сказать, что тогда технология производства замков по своему характеру значительно отличалась от кузнечного ремесла, будучи, в основном, технологией холодной обработки. Поскольку производство было ручным, это ремесло и представляло собой то, что сейчас называется слесарным делом. Однако до XVIII века слесарей называли «замочниками» и только при Петре I стало применяться немецкое название — Schlosser (шлессэр — замочник). С течением времени иностранное слово приобрело нынешние смысл и звучание.

В современном сложном промышленном производстве, основанном на широком разделении труда, профессия слесаря значительно усложнилась и получила свое дальнейшее развитие, разделившись на много различных специальностей. Слесарь-сборщик, слесарь-ремонтник, слесарь-монтажник, электрослесарь, автослесарь, слесарь-сантехник, слесарь-лекальщик, слесарь по производству штампов, слесарь-инструментальщик — таков далеко не полный перечень специализаций этой большой, сложной и важной профессии.

Со времени появления холодной обработки металлов инструментальному производству придавалось большое значение и оно довольно быстро развивалось. Известно, что уже в X—XII вв. на Руси у таких «мастеровых людей», как ювелиры, столяры и других, существовало сложное инструментальное хозяйство. Археологическими раскопками установлено, что ювелиры тогда пользовались различными напильниками, молотками, клещами, кусачками, ножницами по металлу, пинцетами, зубилами, бородками, резцами, сверлами и штампами.

С ростом объема металлообработки потребность в инструменте также систематически росла. Это вызвало появление особой профессии инструментальщика. Ремесленники-инструментальщики древней Руси создали много совершенных по своему качеству и конструкции инструментов, дошедших до наших дней без существенных изменений. Так, например, уже в X в. изготавливались закаленные напильники, а в XII в. они приобрели современную форму — заостренный хвост и двойную насечку.

С развитием инструментального производства конструкция инструмента становилась все совершеннее и сложнее. Кустарно-ремесленное производство инструмента постепенно превращалось в инструментальную промышленность. Сначала возникли цехи, а затем целые заводы по производству разнообразного инструмента. Так выросла инструментальная промышленность.

В Советском Союзе производству инструмента уделяется большое внимание. Научно-исследовательские институты (ВНИИ, ВНИАШ и др.), кафедры политехнических, машиностроительных и инструментальных институтов разрабатывают теоретические основы конструирования и технологии производства всевозможного высокопроизводительного инструмента. Создана мощная инструментальная промышленность. Имеются многочисленные специализированные заводы, оборудованные по последнему слову техники. Они выпускают в массовом количестве современные слесарно-монтажные, режущие, измерительные и абразивные инструменты.

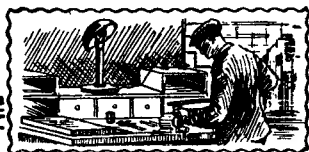
Однако инструментальная промышленность не может полностью удовлетворить потребность в специальных приспособлениях, штампах, инструменте. Поэтому наряду с инструментальными заводами в каждом промышленном предприятии имеются инструментальные цехи, решающие ту же задачу — производство инструмента. Они изготавливают, ремонтируют и восстанавливают различные виды инструмента и главным образом специальные. В таких цехах работает от 15 до 20% всего заводского оборудования. Снабжение машиностроительных заводов инструментом и специальной оснасткой и впредь будет лежать, в значительной мере, на инструментальных цехах этих заводов.

Известно, насколько еще дорого обходится изготовление инструмента в таких цехах. Это объясняется тем, что производство здесь неизбежно носит индивидуальный и мелкосерийный характер, а про-

изводительность труда находится на относительно невысоком уровне. Рост производительности труда в инструментальном цехе и соответственно снижение стоимости его изделий возможны только на основе использования современного оборудования и современных технологических процессов, внедрения передового опыта и непрерывного роста мастерства рабочих.

Предлагаемая книга имеет целью помочь слесарям-инструментальщикам в росте их мастерства, пробудить у них интерес к тем знаниям, которые будут способствовать росту их квалификации. Первые разделы книги посвящаются кратким сведениям о производственных чертежах, принципах построения технологических процессов, применяемых материалах и их свойствах. В следующих разделах приводятся материалы о применяемых в инструментальном производстве измерительных, режущих, абразивных, ручных и механизированных инструментах, описывается устройство станочного оборудования, механизмирующего труд слесаря. Особое внимание в книге уделено технике слесарно-инструментального мастерства (слесарному делу, профильному шлифованию и доводке), а также ознакомлению с современной технологией производства приспособлений, штампов, режущего и измерительного инструмента и в особенности с технологией выполнения слесарных операций при изготовлении этого инструмента.

Повышение мастерства слесарей-инструментальщиков безусловно даст значительный рост производительности их труда, снизит себестоимость и повысит качество продукции инструментального производства. Этим главным задачам и посвящается настоящее учебное пособие.



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ГЛАВА I

КВАЛИФИКАЦИЯ СЛЕСАРЯ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА

1. ПРОФЕССИЯ СЛЕСАРЯ-ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИКА

Качественное изготовление инструмента, приспособлений и штампов — одно из важных условий успешного ведения производства на машиностроительном заводе. Без этой технологической оснастки невозможен выпуск машин вообще, а также высокая производительность труда и хорошее качество продукции.

Инструментальные цехи относятся не к основным, а вспомогательным цехам. В самом деле, такой цех принимает не прямое, а лишь косвенное участие в производственном процессе завода, создавая необходимые условия для нормального хода производства. Однако это обстоятельство не умаляет значения этих цехов и рабочих-инструментальщиков в производственном процессе.

Инструментальное производство завода точнее и сложнее основного производства. Поэтому рабочие-инструментальщики — наиболее квалифицированная часть заводских рабочих. Профессия слесаря-инструментальщика самая сложная и разнохарактерная из всех инструментальных профессий. Слесарь-инструментальщик выполняет такие работы, которые невозможно произвести на самом точном и совершенном инструментальном оборудовании. Он занимается слесарной обработкой, сборкой режущих, измерительных инструментов, аппаратов, штампов и ведет окончательную отделку наиболее точных и чистых поверхностей их деталей. Количество слесарей составляет около 35% всех рабочих инструментального цеха.

Квалификация рабочего определяется сложностью, точностью и качеством выполняемых работ. Чем точнее и сложнее выполняемая работа, чем выше качество труда, тем выше квалификация рабочего. Для оценки квалификации применяются тарифно-квалификационные справочники. Эти справочники характеризуют степень ква-

лификации рабочего при помощи разрядов. Чем выше квалификация рабочего, тем сложнее его труд и, следовательно, выше разряд.

Для слесарей-инструментальщиков установлены разряды с 3 по 8. Рассматривая табл. 1, мы можем судить, насколько растет сложность труда слесаря-инструментальщика в зависимости от разряда работы.

В зависимости от разряда работ построена и тарифная сетка, по которой производится оплата за труд рабочего. Чем выше разряд выполняемой работы, тем больше размер оплаты за единицу количества труда. В качестве такой единицы служит норма времени, равная одному часу работы.

Кроме производственных навыков, необходимых для выполнения работы определенного разряда, слесарю-инструментальщику нужно овладеть широким кругом технических знаний. Минимум знаний, необходимых рабочему, устанавливается тарифно-квалификационными справочниками, согласно которым слесарь-инструментальщик должен обладать следующими знаниями. От него требуется знать назначение и основные принципы работы металлообрабатывающих станков наиболее распространенных типов, особенно тех типов, на которых ему приходится работать. Знать назначение, конструкцию и способы применения приспособлений, штампов, прессформ, режущего и сложного измерительного инструмента и приборов. Иметь представление об основных геометрических и тригонометрических зависимостях и правилах технического черчения, а также быть знакомым со свойствами металлов и сплавов, применяемых в инструментальном деле, и с их термической обработкой. Профессия слесаря-инструментальщика также требует глубокого знакомства с системой допусков, посадок и системой их обозначений в чертежах.

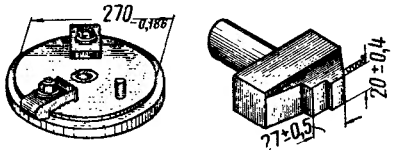
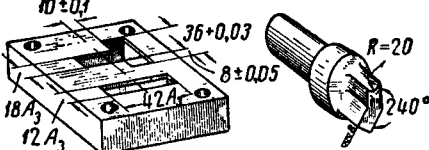
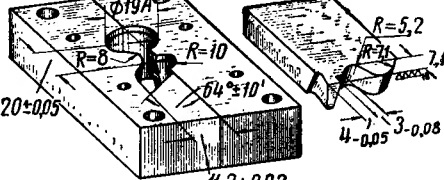
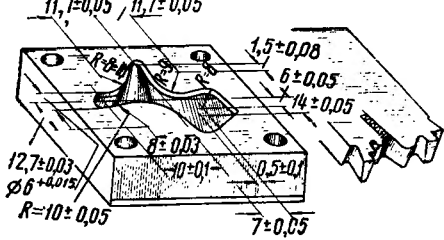
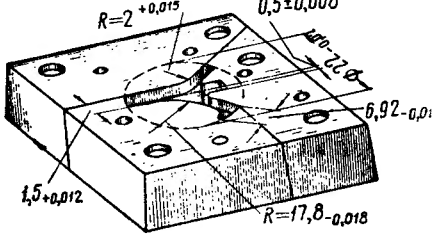
Знание наиболее выгодных способов изготовления сложного и ответственного инструмента, непосредственно определяющих уровень квалификации слесаря и его производительность, наиболее необходимо для инструментальщика. Этим вопросам будет посвящена большая часть настоящей книги.

Перечисленный комплекс знаний, которыми должен обладать слесарь-инструментальщик, является техническим минимумом его грамотности. Однако этого недостаточно для инструментальщика. Ему нужно непрерывно повышать свою квалификацию, овладевать новыми техническими знаниями, чтобы неустанно двигаться вперед в ногу с быстро развивающейся инструментальной техникой. Опыт новаторов производства свидетельствует о том, что своим успехам они, главным образом, обязаны непрерывной технической учебе, своему стремлению к знаниям.

2. ИСТОЧНИКИ ВЫСОКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Производительностью труда называется количество продукции, выработанное в единицу времени одним рабочим, или, наоборот, количество рабочего времени, затраченное на изготовление единицы

Разряд рабочего и сложность слесарно-инструментальных работ

Разряд рабочего	Эскизы выполняемых работ	Характеристика работ
4		Простые инструментальные работы с пригонкой и доводкой (а также сборкой) различных прямолинейных и простых профильных поверхностей в сыром и закаленном виде 4 класса точности
5		Инструментальные работы 3 класса точности, подобные указанному выше, но несколько большей сложности
6		Сложные инструментальные работы 2 класса точности с тщательной пригонкой и доводкой профильных очертаний рабочих поверхностей в сыром и закаленном виде, а также сборкой.
7		Сложные, точные и ответственные работы 1—2 класса точности, выполняемые в сырых и закаленных деталях
8		Особо сложные, точные и ответственные работы 1-го класса точности с пригонкой без просчетов и притиркой сопрягаемых деталей в сборке как в сыром, так и закаленном виде

продукции. Допустим, что в цехе 30 человек слесарей-инструментальщиков вначале собирали в течение месяца 150 приспособлений и штампов. Следовательно, производительность труда каждого слесаря составляла: $150 : 30 = 5$ приспособлений и штампов в месяц. Затем их производительность труда возросла на 10% — в месяц они стали собирать 165 приспособлений. Следовательно, теперь производительность труда равна $165 : 30 = 5,5$ приспособлений в месяц. Из этого примера видно, что рост производительности труда означает выпуск большего количества продукции при тех же затратах времени на ее изготовление.

Чем выше производительность труда, тем больше продукции может давать наша промышленность. Поэтому рост производительности труда имеет исключительно важное значение. В социалистическом обществе неуклонный рост производительности является экономическим законом общества.

В. И. Ленин, придавая исключительно важное значение росту производительности труда, указывал, что «Производительность труда, это, в последнем счете, самое важное, самое главное для победы нового общественного строя. Капитализм создал производительность труда, невиданную при крепостничестве. Капитализм может быть окончательно побежден и будет окончательно побежден тем, что социализм создает новую, гораздо более высокую производительность труда»*.

В нашей стране созданы условия для систематического роста производительности труда. Долг каждого рабочего неуклонно заботиться о повышении производительности своего труда и увеличении выпуска продукции.

Изучение опыта передовиков производства, рабочих-новаторов показывает, что источниками высокой производительности их труда является:

- а) совершенная организация рабочего места;
- б) своевременная подготовка к работе;
- в) широкое разделение труда и специализация слесарей-инструментальщиков по отдельным видам работ;
- г) овладение техникой производства и умелое использование ее в конкретных обстоятельствах;
- д) широкое применение механизмов взамен ручного труда;
- е) непрерывное совершенствование технологического процесса производства;
- ж) всемерное развертывание социалистического соревнования.

Важнейшим условием производительной работы служит своевременная и рациональная подготовка рабочего места и производственного процесса. Такая подготовка начинается с распределения всего производственного инвентаря по его постоянным местам, подготовки и регулирования инструментов, приборов и оборудования, озна-

* В. И. Ленин, Соч., т. 29, изд. 4. стр. 394.

комления с заданием на смену. Затем подготовка к работе бывает уже непосредственно связана с выполнением сменного задания: рабочий знакомится с производственным чертежом и технологическим процессом, проверяет наличие заготовок, устанавливает порядок работы и делает необходимые расчеты.

В последнее время все шире внедряется разделение труда в слесарно-инструментальном деле. Если еще не так давно слесарь-инструментальщик выполнял всевозможные виды ручных работ при изготовлении инструмента и другой технологической оснастки, то теперь определились более узкие профессии, а именно: слесари-лекальщики, слесари по изготовлению режущего инструмента, слесари по изготовлению штампов и, наконец, слесари по изготовлению ковочных штампов. Сейчас наблюдается стремление еще глубже разделить труд внутри этих новых профессий. Создаются отдельные группы рабочих-слесарей с более ограниченным кругом обязанностей:

- а) слесари, выполняющие подготовительные работы низкой квалификации;
- б) разметчики;
- в) шлифовщики-инструментальщики;
- г) слесари-доводчики;
- д) слесари-сборщики отдельных видов оснастки;
- е) слесари по ремонту отдельных видов оснастки.

Разделение труда решающим образом сказывается на росте его производительности. Поэтому можно рекомендовать выполнение таких операций, как вырезку заготовок, правку их, снятие заусенцев и фасок, сверлильные операции и другие рабочими менее высокой квалификации, чем слесарь-инструментальщик. Если невозможно выделить такие операции, то слесарь сам может группировать подобные операции.

Большое значение имеет умелое использование техники слесарно-инструментального дела. На рост производительности труда благоприятно влияет применение разнообразных приспособлений, облегчающих труд рабочих. Характер применяемых приспособлений по возможности должен быть универсальным. Это значит, что они могут быть применены для производства различных изделий. Только тогда окупится их стоимость даже в условиях инструментального цеха.

Особого внимания заслуживает механизация трудоемких слесарных работ. Самый распространенный способ механизации — замена ручных слесарных операций станочными. Однако современная техника позволяет в известной мере механизировать и ту часть слесарных работ, которые нельзя перевести на станки. Эта техника позволяет на рабочем месте слесаря использовать достижения таких разделов прикладной физики, как механика, электричество, пневматика, оптика.

Все же хорошая работа слесаря-инструментальщика не может

оцениваться одной только производительностью труда. Можно работать производительно, но неэкономно расходовать материалы, быстро изнашивать инструмент, приборы и дорогое оборудование. Поэтому очень важно, чтобы каждый рабочий экономно расходовал материалы, инструмент, электроэнергию, бережно относился к оборудованию, приспособлениям и другим доверенным ему ценностям. Бережливость и хозяйское, добросовестное отношение к социалистической собственности — отличительные черты нашего советского рабочего.

3. РАБОЧЕЕ МЕСТО И ЕГО ОСНАЩЕНИЕ

Рабочее место — это та часть территории цеха с расположенным на ней оборудованием, где работает и по которому передвигается рабочий, выполняя свое производственное задание.

Правильная организация рабочего места имеет огромное значение. Рассказывая об опыте своей работы, слесарь-инструментальщик И. В. Белков справедливо замечает, что «...рабочее место — зеркало работы бригады, ибо оно отражает уровень производительности и культуры труда работающих».

Рабочее место должно быть достаточно просторным, светлым и чистым. Правильно организованное рабочее место помогает рабочему экономить много времени, создает хорошие условия труда, снижает утомляемость рабочего, позволяет повысить качество продукции и снизить ее стоимость.

На фиг. 1 показано хорошо оборудованное и организованное рабочее место слесаря-инструментальщика. Основным его оборудованием служат верстак, параллельные слесарные тиски и контрольная плита, установленная на отдельной тумбе. К рабочему месту подведены: ток для местного освещения напряжением 36 в, переменный ток повышенной частоты, равной 200 периодов в секунду также с напряжением 36 в для электрифицированных инструментов и сжатый воздух для пневматических инструментов и продувки деталей. Переносная электрическая лампа дает возможность пользоваться местным освещением как при работе в тисках, так и на контрольной плите.

На фиг. 1 изображен индивидуальный верстак слесаря. Такое устройство верстака наиболее удобно, так как в этом случае внимание рабочего ничем не отвлекается и ему меньше мешают посторонние шумы и сотрясения. Верстак должен иметь достаточные размеры, чтобы вместить все необходимое для работы. Высота верстака и рабочей плоскости контрольной плиты должны соответствовать росту рабочего, что создает наилучшие условия для производительной работы, не вызывая излишнего напряжения и утомляемости. Инструмент, приспособления и детали располагаются на верстаке в определенном порядке с таким расчетом, чтобы слесарь мог брать их во время работы, не глядя на них и не тратя времени на поиски

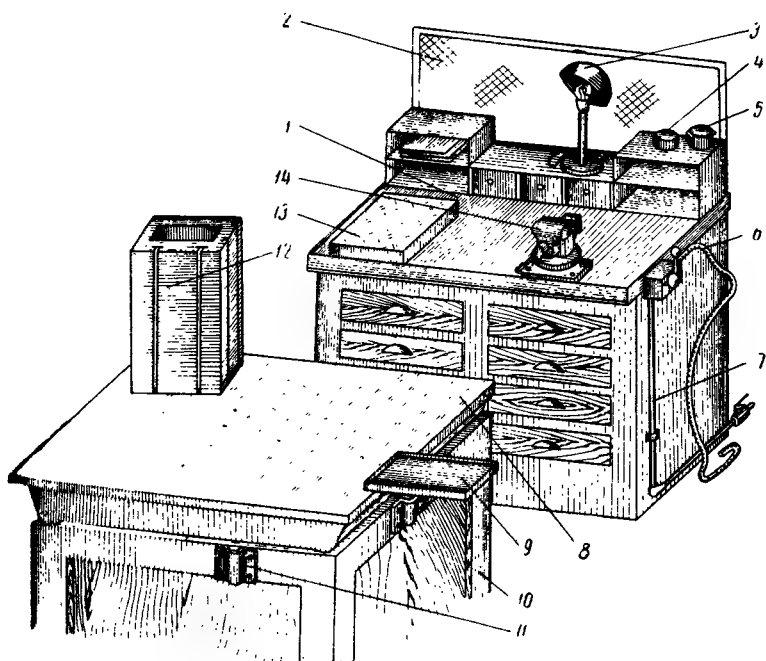
нужного инструмента. Располагать предметы нужно так, чтобы все, что берется правой рукой, находилось справа, а что берется левой — лежало слева. Такой же порядок должен быть и в ящиках верстака, причем измерительный инструмент нужно хранить отдельно от прочего инструмента, а полуфабрикаты — отдельно от готовых изделий.

Высокая точность инструментальных работ требует высокой культуры труда, соблюдения чистоты и порядка на рабочем месте. Где культура труда невысокая, где грязь и беспорядок, там господствует брак и низкая производительность труда. Чтобы легче было следить за чистотой, верстаки обивают листовым железом или покрывают линолеумом. Особое внимание следует уделять сохранности рабочей плоскости контрольной плиты, от качества которой непосредственно зависит точность инструментальных работ. Нельзя допускать ударов по этой поверхности, выполнять на ней грубые операции, складывать на нее рабочий инструмент. Если же необходимо выполнять грубые работы на крупных приспособлениях и штампах, то такие работы производятся на специальных козлах (фиг. 2), которые должны быть у каждого рабочего места.

Важной принадлежностью рабочего места являются слесарные тиски. Конструкция тисков проста, она известна каждому слесарю. Пользуясь такими тисками, слесари остро чувствуют несовершенство этой древней конструкции и мечтают о другом оборудовании, требующем применения меньшей физической силы и меньшего времени на закрепление детали перед работой.

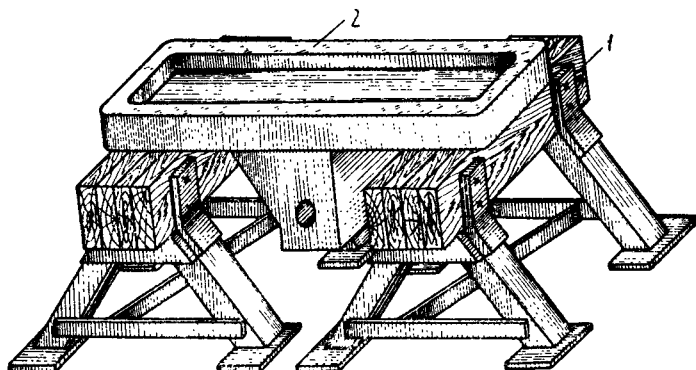
За последние годы появились новые конструкции тисков. На фиг. 3 представлена схема устройства слесарных тисков с ускоренным ходом подвижной губки. Чтобы лучше уяснить устройство тисков, на фигуре изображены только те их части, которые связаны с осуществлением ускоренного хода. Рассмотрим принцип действия этих тисков. Предположим, что деталь помещена между подвижной и неподвижной (не показанной на фигуре) губкой тисков. Чтобы закрепить деталь, следует повернуть расположенную слева и соединенную с ходовым винтом рукоятку тисков. В отличие от обычной конструкции, ходовой винт повернет следующий винт — винт ускоренного хода, на котором нарезана многоходовая резьба с шагом, в несколько раз большим, чем резьба ходового винта. Таким образом, при повороте рукоятки подвижная губка тисков переместится на расстояние, в несколько раз большее, чем в старой конструкции, и подойдет вплотную к детали.

Для ускоренного перемещения подвижной губки в тисках новой конструкции имеется храповое устройство, помещенное внутри винта ускоренного хода. Ходовой винт, вращаясь, повертывает шестигранным хвостом храповую втулку, прижатую пружиной к трещотке. До тех пор, пока подвижная губка тисков не встретит на своем пути значительного сопротивления, зубья храповой втулки будут передавать вращательное движение трещотке. Трещотка, будучи свя-



Фиг. 1. Рабочее место слесаря-инструментальщика:

1 — верстак; 2 — защитная сетка; 3 — переносная настольная лампа; 4 — розетка местного освещения 36 в; 5 — трехполюсная розетка с подводкой тока повышенной частоты 200 пер/сек. 36 в; 6 — резиновый шланг; 7 — подводка сжатого воздуха давлением 5—6 атм; 8 — контрольная плита; 9 — переносная полочка для инструмента; 10 — тумба; 11 — кронштейн для переносной полочки; 12 — кантовальная призма; 13 — малая контрольная плита; 14 — тиски слесарные.



Фиг. 2. Козлы для установки тяжелых приспособлений:

1 — козлы; 2 — изделие.

зана своей надрезанной и пружинящей поверхностью с внутренней поверхностью винта ускоренного хода, передаст движение последнему. Несмотря на то, что подвижная губка, коснувшись края детали, остановится, рукоятка тисков продолжает вращаться. Это вызовет перемещение всей системы влево. Тогда разрезная гайка, помещенная в стойке, зажмет винт ускоренного хода и будет тормозить его вращение. Усилие торможения окажется настолько значительным, что храповой механизм перестанет срабатывать, а ходовой винт начнет ввертываться в винт ускоренного хода, зажимая деталь при помощи подвижной губки. Так как угол подъема резьбы ходового винта невелик, то усилие зажима детали будет весьма значительным. При раскреплении же детали процесс пойдет в обратном порядке.

Еще более совершенны пневматические тиски (фиг. 4). Они вообще исключают применение физической силы для зажима детали. Тиски, изображенные на этой фигуре, состоят из основания 1, поворотной части 2, закрепляемой в нужном положении болтами 3, подвижной губки 4, помещенной в пазу поворотной части 2, и неподвижной губки 5, скрепленной с этой поворотной частью. Внутри поворотной части 2 перемещается каретка 6, соединенная регулировочным винтом 7 с подвижной губкой 4. Регулировочный винт позволяет менять расстояние между обеими губками тисков. В том случае, когда воздух не поступает в тиски, их губки находятся в крайнем раздвинутом положении под действием пружины 8. Когда же сжатый воздух поступит из сети в камеру тисков, шток 9 опустится и повернет находящийся в каретке рычаг 10, который нажмет на каретку своим коротким плечом через толкатель 11, потянет подвижную губку и зажмет деталь с силой, превышающей 2,5 т.

Воздушная камера этих тисков образуется стенками основания 1 и резиновой диафрагмой 12. Воздух через диафрагму давит на опорное кольцо штока 13 и создает рабочее усилие. Такие тиски позволяют осуществлять зажим детали размером не свыше 80 мм.

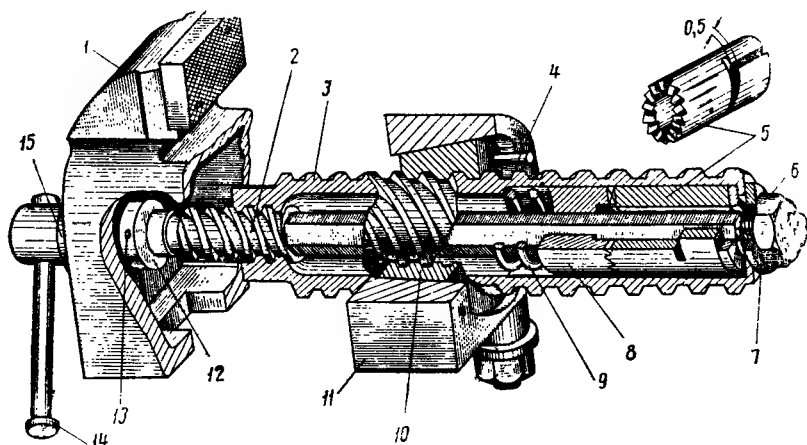
Применение описанных конструкций сокращает время на установку и закрепление деталей в тисках, снижает утомляемость слесаря и, следовательно, позволяет работать более производительно.

ГЛАВА II

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЧЕРТЕЖИ

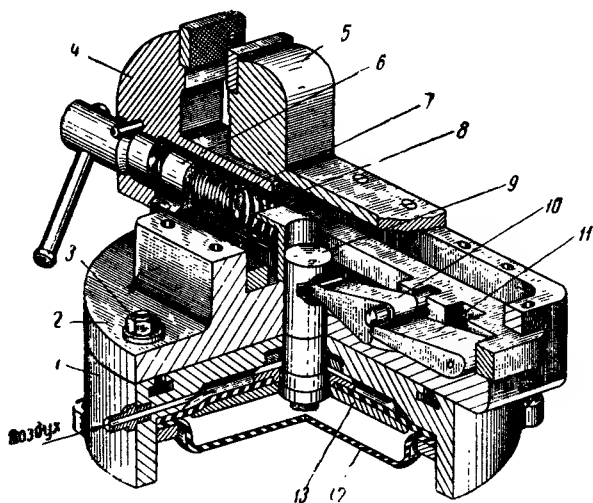
1. ПОНЯТИЕ О ЧЕРТЕЖЕ ДЕТАЛИ

В своем труде «Капитал» К. Маркс указывает: «Паук совершает операции, напоминающие операции ткача, и пчела постройкой своих восковых ячеек посрамляет некоторых людей-архитекторов. Но и самый плохой архитектор от наилучшей пчелы с самого нача-



Фиг. 3. Устройство ускоренного хода слесарных тисков:

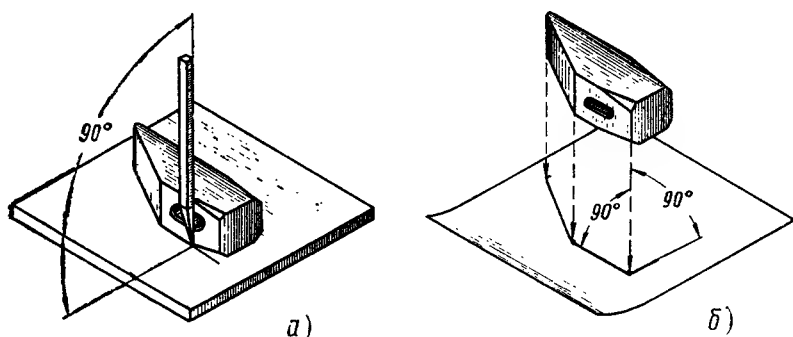
1 — подвижная губка; 2 — ходовой винт; 3 — винт ускоренного хода; 4 — ограничитель — штифт; 5 — трещотка; 6 — гайка; 7 — шайба; 8 — храповая втулка; 9 — пружина; 10 — разрезная гайка; 11 — подшипник разрезной гайки; 12 — стопорная шайба; 13 — стопорный штифт; 14 — перекидная рукоятка; 15 — упорная шайба.



Фиг. 4. Устройство пневматических слесарных тисков.

ла отличается тем, что, прежде чем строить ячейку из воска, он уже построил ее в своей голове*.

Однако строить в голове легко только предметы в общем виде. А для того чтобы сделать какой-либо предмет, этого еще не достаточно. В современном производстве деталь строится в голове одного человека — конструктора, а осуществляют его идеи в металле совершенно другие люди — производственники. Передачу идей конструктора производственникам облегчает производственный чертеж, с помощью которого затем эти идеи воплощаются в металл, в готовое изделие.



Фиг. 5. Метод прямоугольных проекций:

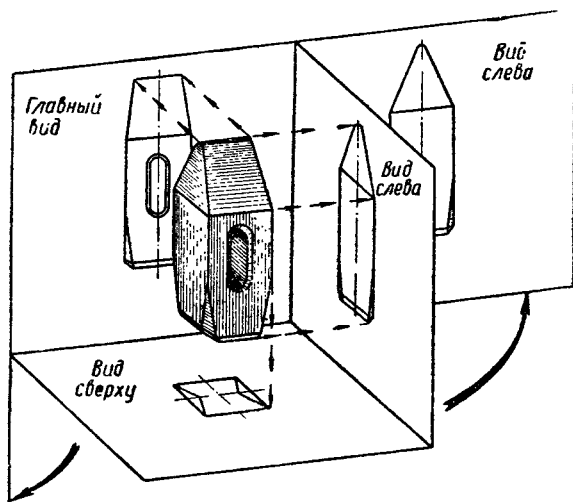
а — обводка контура молотка; *б* — проектирование контура молотка.

Существование современного производства немыслимо без чертежей. В чертежах предусматриваются форма и размеры детали, точность и чистота обработки ее поверхностей, материал, из которого она изготовлена, и другие сведения. Такой сложной задачи не сможет решить ни описание, ни рисунок, ни фотография, ни даже модель детали. Благодаря производственному чертежу решается, казалось бы, неразрешимая задача: дается точное, неискаженное изображение сложного пространственного предмета на простом листе бумаги, на плоскости, несмотря на то, что для третьего измерения детали, т. е. для глубины на плоскости, как известно, нет места.

Чтобы изобразить деталь, имеющую протяженность во всех трех измерениях, на листе бумаги, на плоскости, в техническом черчении пользуются методом прямоугольных проекций. В чем же состоит этот метод? Вам, наверное, уже приходилось изготавливать шаблоны для проверки поковок некоторых инструментов. При изготовлении таких шаблонов для поковки молотка приходилось помещать готовый молоток нужного размера на стальной лист (фиг. 5, *а*) и получать на этом листе очертания контура молотка,

* К. Маркс, Капитал, Госполитиздат, 1951, т. I, стр. 185

обводя его контур чертилкой. Стремясь получить неискаженное изображение молотка, вы держали чертилку строго под углом 90° к плоскости стального листа, или по существу из всех точек, лежащих на контуре, спускали соответствующее количество перпендикуляров на плоскость, т. е. «проектировали» эти точки на плоскость стального листа. Так осуществляется тот же самый процесс, который совершается конструктором (фиг. 5, б) и который называется проек-



Фиг. 6. Превращение проекций в чертеж.

тированием детали на плоскость. Полученное на стальном листе изображение представляло результат такого проектирования, т. е. было «проекцией контура молотка на плоскость» или его «видом». Однако то, что было получено наложением детали на плоскость листа, конструктор получает на бумаге несколько иначе. Он проектирует созданную в его голове деталь или часть (элемент) детали на плоскость чертежа мысленно и наносит это карандашом на бумагу.

Однако понять и полностью уяснить конструкцию детали из одного «вида», одной проекции очень трудно. Для того чтобы дать полное представление о сложной детали в большинстве случаев необходимы «виды» с трех ее сторон, т. е. ее проекции на три взаимно перпендикулярные плоскости (фиг. 6). Как правило, это бывает: «главный вид», или «вид спереди», «вид сверху» и «вид слева». Для очень сложных изделий добавляются «вид справа», «вид снизу» и «вид сзади». Иногда оказывается достаточно всего двух или даже одной проекции.

Малые стрелки на фиг. 6 показывают, как происходит мысленный процесс проектирования. Однако в практике никто, конечно, не строит таких взаимно перпендикулярных плоскостей из бумаги. Мыс-

ленно созданные три взаимно перпендикулярные плоскости развертываются в направлении больших стрелок. При таком развороте под «главным видом» окажется «вид сверху», а с правой стороны — «вид слева». Это расположение «видов» и представляет собой производственный чертеж, а описанное нами — процесс создания чертежа.

При изготовлении детали на производстве происходит обратное явление. Слесарь или рабочий другой профессии по «видам» на чертеже мысленно воссоздает то, что конструктор превратил в чертеж. Этот мысленный процесс — есть процесс чтения чертежа.

2. СЕЧЕНИЯ И РАЗРЕЗЫ НА ЧЕРТЕЖЕ

Выше было рассмотрено изображение детали на чертежах с различных ее сторон. Однако человеческий глаз не в состоянии увидеть того, что делается внутри детали. А чертеж дает возможность производителю представить себе не только внешнее, но и внутреннее устройство изображаемой детали.

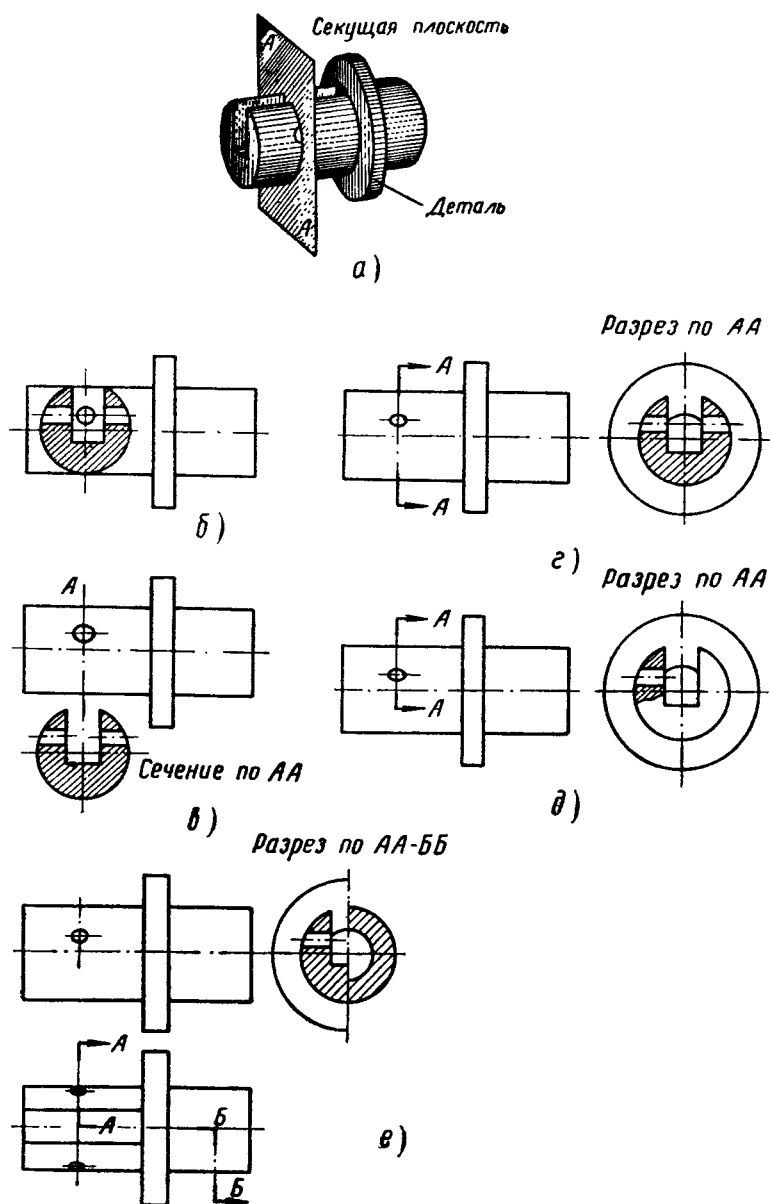
Из практики известно, что внутреннее устройство детали может быть воспроизведено с помощью пунктирных линий, нанесенных на проекцию. Однако эти линии не всегда создают полную ясность и часто даже затрудняют чтение чертежа в связи с большим количеством видимых и невидимых линий. Чтобы облегчить чтение чертежей и в то же время выяснить внутреннее устройство детали или машины, служат особые приемы черчения, носящие название сечений и разрезов.

Что же представляют собой сечения и разрезы? Рассмотрим это на примере. Так, например, разрезав ножом булку хлеба и взглянув на нее со стороны отрезанной части, мы увидим ее сечение. Поверхность хлеба в месте его разреза представляет собой секущую плоскость.

Деталь и секущая ее плоскость изображены на фиг. 7, а. Из изображенного в тексте и изображенного на фигуре можно сделать вывод, что сечением может быть названа плоская фигура, полученная в результате пересечения секущей плоскостью тела изделия.

Если сечение при вычерчивании располагается непосредственно на чертеже детали, подвергающейся сечению (фиг. 7, б), тогда оно называется наложенным, если же сечение выносится из нее на свободное поле чертежа (фиг. 7, в), то оно называется вынесенным.

Разрезы применяются для выяснения внутреннего строения детали. Разрезом называется условное изображение вычерчиваемого изделия, в котором часть его, находящаяся между секущей плоскостью и читающим чертеж, мысленно удалена. По этой причине в разрезе (фиг. 7, г) всегда видно все то, что лежит в секущей плоскости и то, что находится за ней.



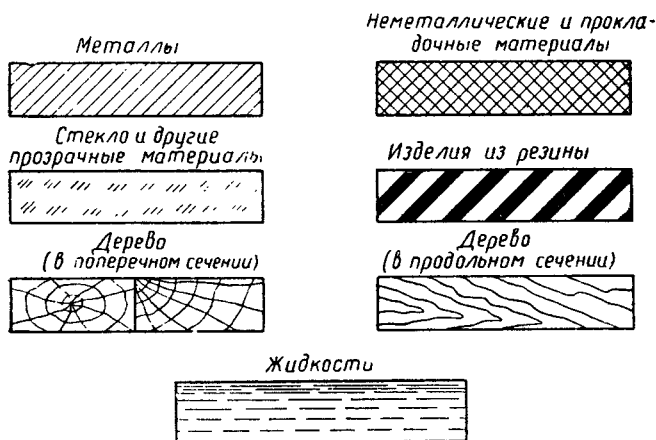
Фиг. 7. Разрезы и сечения.

Разница между сечением и разрезом легко выясняется из фиг. 7 на различных примерах, выполненных на одной и той же детали и в одной и той же секущей плоскости. Как видно из этой фигуры, разрез может быть либо полным (фиг. 7, *з*), либо частичным (фиг. 7, *д*). Частичный разрез иначе называется *вырывом*. В том случае, если разрез получен сечением детали двумя или большим количеством плоскостей, его называют *сложным* (фиг. 7, *е*).

Сечения и разрезы всегда легко обнаружить по заштрихованной на чертеже поверхности в местах, рассеченных секущей плоскостью.

3. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В ЧЕРТЕЖАХ

В конструкции почти каждой детали очень много элементов, невидимых человеческому глазу. Часть элементов удалось сделать видимыми глазу производителя с помощью сечений и разрезов. Однако существуют важные элементы, которые нелегко обнаружить даже на готовом изделии, а тем более трудно изобразить их на чертеже. К числу таких элементов относятся точность, чистота обработки, материал детали и т. п.

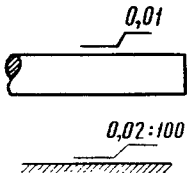
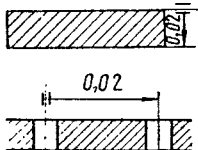
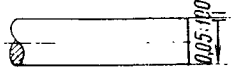
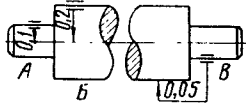
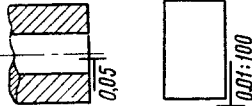
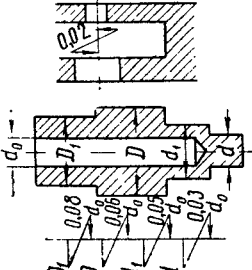
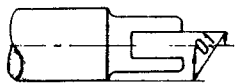


Фиг. 8. Условные обозначения материалов на чертеже.

Требования к этим элементам можно выразить на чертеже при помощи принятых в чертежной системе условных обозначений. Проще всего в чертежах могут быть обозначены допустимые отклонения от диаметральных, линейных и угловых размеров детали, или так называемые допуски на данные элементы изделия. Для этой цели в разрыве размерной линии и рядом с цифрой, указывающей необходимый размер, проставляется условное обозначение допуска соответствующей посадки или его цифровое значение. Несколько

Таблица 2

Условные обозначения допусков на чертежах (по ГОСТ 3457—46)

Наименование отклонений	Обозначение на чертеже	Как прочесть обозначение
Непрямолинейность и неплоскость		Отклонение от прямолинейности по цилиндру допускается не более 0,01 на всей длине. Допускается неплоскость не более 0,02 мм на длине 100 мм
Непараллельность		Допускается непараллельность верхней плоскости к нижней не более 0,02 мм. Непараллельность между осями двух отверстий не должна превышать 0,02 мм
Конусность		Конусность по цилиндру не более 0,05 мм на каждые 100 мм длины цилиндра
Радиальное биение		Биение поверхности А и В при проверке в центрах не более 0,1 и 0,2 мм, а биение поверхности В к поверхности В не более 0,05 мм
Торцовое биение и неперпендикулярность		Торцовое биение по отношению к оси не более 0,05. Неперпендикулярность не более 0,01 на 100 мм длины
Несоосность		Отклонение от соосности отверстий не более 0,02 мм. Отклонения от соосности ступеней относительно отверстия допускаются не более: 0,08; 0,06; 0,05; 0,03 мм
Несимметричность		Допускается несимметричность паза относительно цилиндра не более 0,1 мм

сложнее обозначаются отклонения от формы и правильного расположения различных поверхностей детали.

В табл. 2 приведены обозначения допусков на чертежах, установленные ГОСТ 3457—46 (ГОСТ — Государственный общесоюзный стандарт) и указано, как следует читать эти обозначения.

Рассматривая эту таблицу, нужно сделать следующие замечания. Несмотря на то, что несоосность и биение проверяются одним и тем же способом, это разные величины и ни в коем случае нельзя их смешивать, так как величина несоосности равна только половине величины биения. Подобно этому следует отличать и уклон от конусности, так как на конических поверхностях уклон в два раза меньше величины конусности.

Условные обозначения материалов в чертежах применяются только в разрезах и сечениях и служат, главным образом, для удобства чтения чертежа. Наиболее распространенные обозначения групп материалов, выполняемые различными видами штриховок, приведены на фиг. 8. Однако по штриховке все же нельзя установить точную характеристику материала детали. Эти сведения можно найти в штампе основной надписи чертежа.

4. КАК ПРОЧИТАТЬ ЧЕРТЕЖ

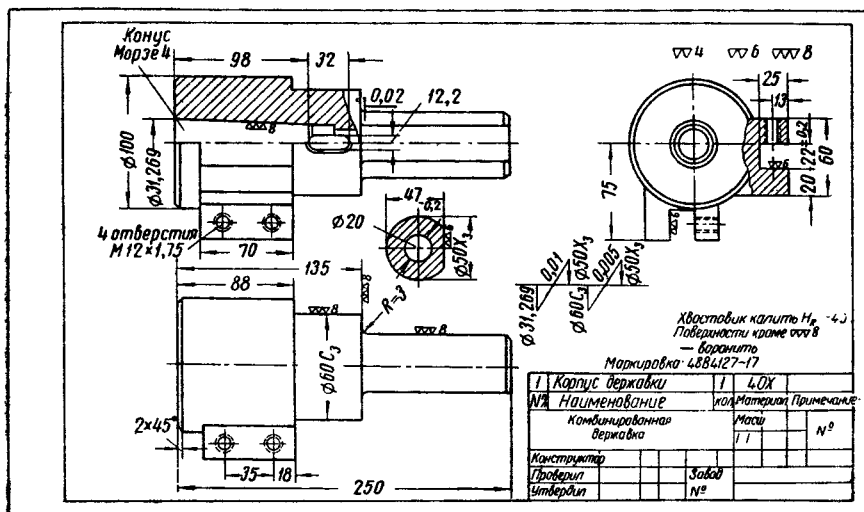
Каждый рабочий чертеж должен отвечать на следующие вопросы: какая деталь и в каком масштабе изображена на нем, из какого материала она изготовлена, каковы ее форма, размеры в целом и размеры отдельных ее элементов, какие можно допустить отступления от заданных размеров, какие отклонения допускаются по форме и расположению наиболее важных ее поверхностей, с какой чистотой следует обработать отдельные поверхности детали и т. п.

Ответить на все эти вопросы, значит прочитать чертеж. Попробуем получить подобные ответы, обратившись к фиг. 9. Для этого начнем изучение чертежа с чтения штампа основной надписи, располагаемого всегда в правом нижнем углу листа. Прежде всего устанавливаем, что на чертеже изображен корпус комбинированной державки для инструмента, представленный в натуральную величину, поскольку в штампе указан масштаб, равный 1 : 1. Корпус должен быть изготовлен из стали марки 40X.

Теперь представим форму детали. Для этого рассмотрим левую верхнюю часть чертежа, где вычерчен главный вид корпуса державки. Этот вид должен дать наиболее полное представление о ней. Устанавливаем, что державка состоит из утолщенной части (головки), тонкой части (хвоста) и соединительной части. Обратив внимание на вынесенное сечение, показанное под главным видом, заключаем, что хвостовая часть державки представляет собой цилиндрическое тело лыской, срезанной со стороны читающего чертеж, а также с круговой фаской на правом конце цилиндра.

Далее нужно установить, что представляет собой головка корпуса. Из главного вида можно составить представление только о

том, что в головке имеется коническое отверстие Морзе № 4, переходящее затем в цилиндрическое отверстие диаметром 20 мм. Судить о внешней форме головки по одному только главному виду трудно. Для этого, очевидно, придется использовать вид слева и



Фиг. 9. Производственный чертеж детали.

вид сверху. Обращаясь к виду слева (в правом верхнем углу чертежа) устанавливаем, что головка состоит из большого цилиндра, от которого идут два прямоугольных выступа вправо и два таких же выступа вниз. Нижняя сторона одного из выступов проходит строго по центральной оси цилиндра. Возвращаясь к главному виду, убеждаемся, что выступы несколько короче цилиндра головки. Из главного вида и вида сверху обнаруживаем на головке две пары отверстий с резьбой M12. Вид слева уточняет, что они выполнены не во всех четырех, а только в двух выступах.

Форму соединительной части позволяет установить главный вид и вид сверху. Эта часть представляет собой цилиндрическое тело (см. значок $\varnothing$ у размера 60C₃), сквозь которое перпендикулярно к его оси проходит сквозное овальное отверстие для выбивания инструмента.

Итак, по мере того как изучается форма хвоста, головки и соединительной части, у читающего чертеж складывается представление о форме державки в целом.

Теперь нужно определить размеры детали, изображенной на чертеже. Рассматривая, как расположены размерные линии (линии со стрелками) и какие в них поставлены цифры, можно установить размеры детали и ее отдельных элементов, выраженные в миллимет-

рах. Однако важно знать не только величину, но и расположение размеров на детали. Обратите внимание на то, что большинство размеров задано от одного, левого торца детали (размеры 250, 135, 98, 88). Поверхность, от которой задаются размеры, носит название базы отсчета. Проставляя, таким образом, размеры, конструктор тем самым дает наказ производителям выполнить именно эти размеры и выдержать их именно от этой поверхности. Эти указания конструктора следует строго выполнять, так как нарушение базы отсчета при изготовлении деталей приводит к отклонениям от чертежных размеров, к браку. Поэтому нельзя самим подсчитывать незадаанные в чертеже размеры и пользоваться ими при изготовлении деталей.

Кроме цифр, характеризующих размеры детали, в некоторых размерных линиях проставлены цифровые и буквенные значки (H_3 ; C_3 ; — 0,2; $\pm 0,2$). Эти значки характеризуют допуски на неточность их выполнения. С допусками познакомимся ниже. Из данных этого чертежа можно также сделать вывод о допускаемой неточности положения поверхностей, пользуясь уже известными обозначениями.

Продолжая рассматривать чертеж, встречаем обозначения некоторых поверхностей двумя или тремя треугольниками с цифрами справа. Это классы чистоты поверхности. Проставленные наверху справа на поле чертежа знаки $\nabla \nabla 4$ ($\nabla \nabla 6$, $\nabla \nabla \nabla 8$) свидетельствуют о том, что остальные поверхности, кроме обозначенных $\nabla \nabla 6$ и $\nabla \nabla \nabla 8$, могут быть выполнены с чистотой $\nabla \nabla 4$ (читается: два знака четыре).

Из указаний над штампом основной надписи видно, что хвостовая часть детали должна быть закалена до указанной на чертеже твердости, перед шлифованием подвергнута воронению и маркировке согласно чертежу.

ГЛАВА III

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

1. ЧТО ТАКОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Для того чтобы заготовка превратилась в готовую деталь, нужен подробный порядок того, в какой последовательности и как будут изменяться форма, размеры и свойства заготовки. Порядок и содержание таких последовательных изменений заготовки называются технологическим процессом.

Значение технологического процесса велико. Любая работа перед ее выполнением должна быть тщательно продумана, техноло-

гический процесс ее проведения четко представлен его исполнителем, иначе работа не может быть выполнена быстро и качественно. Продуманный технологический процесс позволит вести изготовление детали с полным использованием возможностей оборудования, инструмента, приспособлений, т. е. при наиболее выгодных условиях работы.

Технологический процесс — это подробное и всестороннее описание сущности трудовых процессов, подлежащих обязательному выполнению в производстве. Его разрабатывают технологи и этим самым задают рабочему условия, выполнение которых гарантирует производительную работу и качественное изготовление детали.

2. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Чем сложнее изделие, тем сложнее технологический процесс. И все же самый сложный технологический процесс может быть разделен на отдельные, вполне определенные части, элементы, соответствующие характеру выполняемых работ.

Прежде всего технологический процесс делится на технологические процессы образования заготовки, обработки деталей и сборки изделия.

При более подробном делении элементами технологического процесса являются: операция, установка, переход. Таким образом, технологический процесс состоит из операций, операция — из отдельных установок и переходов.

Технологическая операция — это часть технологического процесса, выполняемая на одном и том же рабочем месте от начала обработки одной детали до перехода к обработке следующей. Так, например, отрезка заготовки, правка, разметка, шлифование — отдельные операции, потому что они выполняются соответственно на отрезном станке, правильной плите, разметочной плите и шлифовальном станке.

Установка — это часть технологической операции. Новое закрепление детали в приспособлении или же поворот ее в этом приспособлении, или же поворот по отношению к станку — означают новую установку. Установка иногда включает в себя отдельные переходы.

Технологический переход — также часть операции, совершаемая над определенной обрабатываемой поверхностью одним режущим инструментом при постоянном режиме обработки. Достаточно применить другой режущий инструмент или изменить режим резания, или перейти к обработке другой поверхности, как появится уже новый переход. Отдельные переходы состоят из проходов и различных приемов.

Такое деление технологического процесса упрощает его разработку и пользование им в производстве. Технологический процесс разрабатывается с различной степенью подробности, в зависимости

от типа производства (поточное, массовое, серийное, индивидуальное).

Самым совершенным типом производства считается *п о т о ч н о е* *п р о и з в о д с т в о*, при котором все рабочие места расположены в порядке технологического процесса и при изготовлении детали осуществляется непрерывный переход от выполнения одной операции к выполнению другой. В этом случае осуществляется самая подробная разработка технологического процесса, вплоть до отдельных приемов.

При *м а с с о в о м* *п р о и з в о д с т в е*, т. е. когда на данном рабочем месте изготавливается одна и та же деталь или выполняется одна и та же операция, производится также достаточно подробная разработка технологического процесса. При этом производстве разрабатываются технологические карты на каждую операцию с подробным описанием всех переходов и установок в данной операции, а также с указанием базовых поверхностей, инвентарных номеров оборудования, режущего и измерительного инструмента, технологической оснастки и всех данных для расчета основного и вспомогательного времени.

В *с е р и й н о м* *п р о и з в о д с т в е*, т. е. таком производстве, когда на данном рабочем месте изготавливаются группы (серии) различных деталей, или в *и н д и в и д у а л ь н о м* *п р о и з в о д с т в е* (при изготовлении на отдельных рабочих местах самых различных деталей), технологические процессы менее подробны.

Во всех инструментальных цехах машиностроительных заводов производство инструмента, приспособлений и штампов в большинстве случаев единичное и поэтому подробной разработки технологических процессов не ведется. На инструмент, изготавливаемый повторяющимися партиями, составляется технологическая карта, но не на каждую операцию, а на обработку всей детали в целом (табл. 3).

Для редко повторяющихся мелких партий изделий, как, например, специальных приспособлений или специальных штампов, прибегают к еще более сокращенному — маршрутному технологическому процессу. Такая технология для инструментального цеха, где преобладают рабочие высокой квалификации, в большинстве случаев оказывается и выгодной, и достаточной.

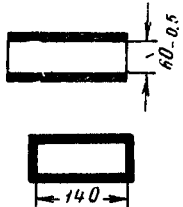
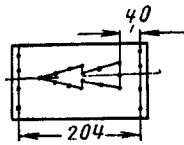
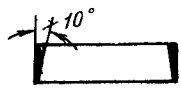
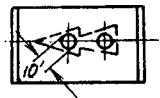
3. ВЫБОР БАЗЫ

С какой бы подробностью не разрабатывался технологический процесс, первым вопросом, который интересует технолога или рабочего, всегда бывает вопрос о том, какие из поверхностей следует использовать в качестве баз для установки и для проверки детали в процессе ее изготовления.

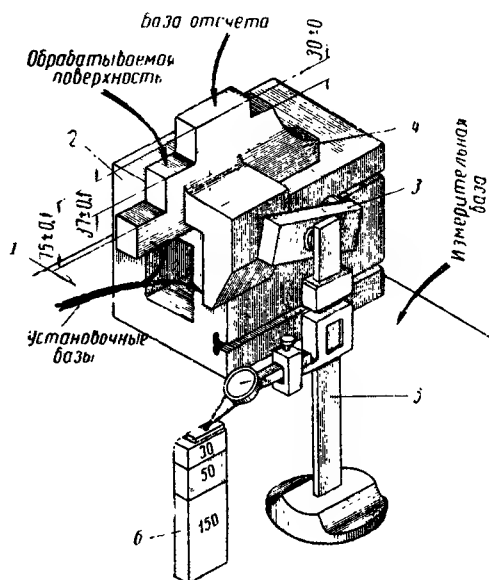
Поясним понятие «база». На контрольной плите 1 (фиг. 10) и призме 2 с помощью планки 3 закреплена деталь 4. Здесь производится слесарная пригонка поверхностей, образованных размерами

Примерная технологическая карта

Таблица 3

Цех № _____		Технологическая карта № _____ Матрица вырубная		Деталь № _____ Заказ № _____ Чертеж № _____	Дата _____		Составил _____ Проверил _____ Утвердил _____	
№ операции	Наименование операции и описание работ	Группа оборудования	Эскиз обработки	Инструмент		Приспособление	Норма времени	
				режущий	измерительный		разряд	время в минутах
1	Фрезерная Фрезеровать 4 поверхности на параллельность и перпендикулярность	Вертикально-фрезерный станок		Торцовая фреза Ø 150 с пластинками твердого сплава	Масштабная линейка	Тиски машинные	3	10
2	Разметочная Разметить края и профиль матрицы	Верстак		Чертилка, кернер, молоток 200 г	Угольник с полкой, штангенциркуль, угломер, линейка	Тиски слесарные	5	12
3	Фрезерная Фрезеровать торцы под 10° по разметке	Вертикально-фрезерный станок		Торцовая фреза Ø 100 мм с пластинками твердого сплава	Линейка, угломер	Тиски машинные	4	7
4	Сверлильная Сверлить 2 отверстия Ø 10 для захода инструмента	Сверлильный станок		Патрон, сверло Ø 10 мм	—	Болты, планки	3	5

$30 \pm 0,1$; $37 \pm 0,1$ и $75 \pm 0,1$. Ранее мы уже сказали, что поверхность, от которой отсчитываются эти размеры на чертеже и детали, носит название **базы отсчета** или **конструкторской базы**. Из фигуры видно, что деталь закреплена на призме таким



Фиг. 10. Базы в технологическом процессе.

образом, что ее обрабатываемые поверхности строго ориентированы относительно плоскости плиты. Это сделано за счет установки детали двумя плоскостями на две взаимно перпендикулярные плоскости призмы. Такие поверхности, которые позволяют установить деталь при обработке в заданное положение, называются **установочными базами**.

Рассматривая фигуру дальше, мы убеждаемся в том, что поскольку в данном примере поверхность базы отсчета была пригнана ранее к установочной базе, слесарю представляется возможность вести необходимые измерения не от базы отсчета и даже не от установочной базы, а от другой параллельной им плоскости контрольной плиты. Плоскость контрольной плиты, следовательно, стала служить здесь базой измерения, так как именно от нее будут отсчитываться размеры, измеряемые штангенрейсмусом 5 и блоками концевых мер 6.

Базы могут быть черновыми, промежуточными и чистовыми. Если в качестве баз для обработки и измерения используются необработанные поверхности детали или заготовки, то такие базы называются **черновыми**. В том случае, когда базовые поверхности не являются окончательно обработанными и в дальнейшем будут подвергаться дополнительной обработке, они носят название **промежуточных баз**. Окончательно обработанные поверхности детали, используемые в качестве баз, называются **чистовыми базами**.

Базой может служить поверхность детали, имеющая любую форму, однако только при одном условии, что ее размеры достаточны для надежной ориентировки детали в пространстве.

Правильный выбор баз определяет качество технологических процессов и качество готовой детали.

Современная наука, изучающая технологию машиностроения, устанавливает ряд объективных закономерностей и правил, которым подчинен выбор технологических баз.

Расскажем коротко о наиболее важных из этих принципов.

1. **Правило использования черновых баз.** Черновыми базами можно пользоваться только в одной первой операции, так как их повторное применение приведет к грубому нарушению установленного чертежом расположения поверхностей детали. Черновыми базами должны быть такие поверхности детали, которые останутся необработанными в готовой детали.

2. **Правило «единства баз».** По возможности следует в течение всего производственного процесса пользоваться одними и теми же измерительными и установочными базами. Без серьезных оснований не следует изменять выбранную базу, так как ко всем погрешностям изготовления добавляются еще погрешности в расположении старых баз по отношению к вновь выбранным.

3. **Правило наименьшего числа установок.** Нужно работать с наименьшим количеством установок детали, чтобы получить самый точный результат и исключить те дополнительные неточности, которые могут появиться в детали из-за неточности выполнения базирующей поверхности. При невозможности избежать нескольких установок, следует повысить требования к качеству обработки баз.

4. **Правило кратчайших путей.** При обработке или измерении нужно стремиться к тому, чтобы в достижении заданного размера участвовало наименьшее число промежуточных звеньев, т. е. чтобы и процесс обработки и процесс измерения велись непосредственно от базы отсчета. Наилучшим выражением этого принципа будет тот случай, когда в технологическом процессе база отсчета, установочная и измерительная базы окажутся одной и той же поверхностью детали.

Из всех этих четырех правил вытекает следующий вывод: не изменяй выбранной базе, работай с одной установкой, к решению производственной задачи иди кратчайшим путем!

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИПУСКИ

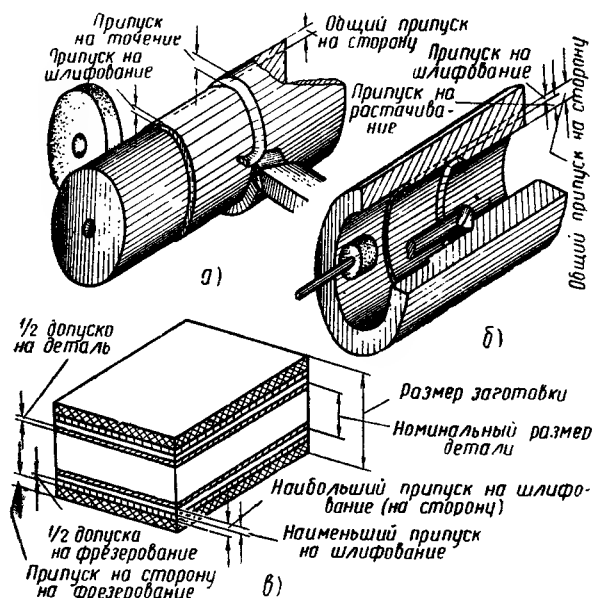
Одна из важных составных частей технологического процесса — установление припусков на обработку и допусков на эти припуски.

Припуском на обработку называется слой металла, оставляемый на поверхностях детали для ее дальнейшей обработки. Припуск представляет собой разницу между размером заготовки и размером готовой детали. Следовательно, поверхности детали, не подвергающиеся механической обработке, припусков не имеют.

Схемы расположения припусков, приведенные на фиг. 11, показывают, что общий припуск на изготовление детали равен сумме припусков на применяемые для данной детали виды обработки. Для

плоских деталей припуски обычно даются на одну сторону, для круглых деталей — на диаметр. Припуск на сторону у круглой детали будет в два раза меньше припуска на диаметр.

В зависимости от точности той операции, где оставляется припуск на дальнейшую обработку, величина припуска не будет постоянной; она будет больше или же меньше. Раз-



Фиг. 11. Технологические припуски:

- а — на наружные размеры; б — на внутренние размеры;
- — расположение припусков на обработку плоскостей.

ница между наибольшим и наименьшим припуском называется допуском на припуск. Величина припусков и их допуски должны выбираться из такого расчета, чтобы фактические припуски были наименьшими, но достаточными для получения надлежащей чистоты поверхности и размеров детали, для удаления следов предыдущей обработки, а также для исправления формы детали, искаженной при термической обработке. Недостаточный допуск на припуск затрудняет и удоро-

5. О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Технологический процесс предписывает мастеру и рабочему наиболее совершенный и выгодный способ обработки, позволяющий получить продукцию, в точности соответствующую чертежу. Технологическая карта, являясь обобщением накопленного в производстве опыта, помогает работать производительно и качественно. Несоблюдение предписаний технологического процесса и технологической карты, как правило, ведет к браку. Даже самое безобидное, на пер-

вый взгляд, нарушение технологического процесса, как, например, изменение порядка операций,— порой может привести к браку.

Соблюдение технологической дисциплины гарантирует нормальное течение производства, надлежащее качество продукции, высокую производительность труда и низкую стоимость изделия. Вполне ясно поэтому, что в нашей стране вопросам технологической дисциплины придается большое значение и ее нарушение считается преступлением. Однако это не значит, что технология представляет собой что-то неизменное и неприкосновенное. Она должна двигаться вперед и совершенствоваться, чтобы не стать тормозом, не стать оковами производства. Изменения технологического процесса должны производиться организованно, после серьезной проверки их целесообразности.

Над совершенствованием технологии, над созданием новых способов обработки работает огромная армия рационализаторов, передовиков производства и ученых нашей страны. Ценный опыт новаторов производства изучается и обобщается, становясь достоянием широких масс рабочих. Чтобы изучение производственного опыта передовых рабочих приносило наибольшие результаты, оно проводится на научной основе. Начало широкому распространению научного изучения и обобщения производственного опыта передовых рабочих было положено инж. Ф. Л. Ковалевым. По методу Ф. Л. Ковалева весь трудовой процесс передовых рабочих расчленяется на отдельные приемы, применяемые при выполнении изучаемой операции. Лучшие и наиболее производительные из этих приемов отбираются, обобщаются и распространяются.

Также широко распространилось и комплексное изучение передового опыта, охватывающее не только изучение рациональных приемов, но и другие стороны деятельности передовых рабочих: борьбы за экономию электроэнергии, материалов, за высокое качество продукции и т. д.

ГЛАВА IV

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ДОПУСКИ

1. ПРИНЦИП ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ

Многие предметы домашнего обихода и производства обладают замечательным свойством. Электрическая лампочка свободно ввертывается в патрон; лезвие легко вкладывается в корпус безопасной бритвы; полученные со склада штифты без всякой дополнительной обработки прессуются в отверстия изготавливаемого приспособления или штампа. Такого удобства в соединении предметов друг с другом удалось достигнуть благодаря применению в промышлен-

ности принципа взаимозаменяемости, т. е. такой организации и техники производства, которые позволяют осуществлять выпуск деталей, способных собираться с другими деталями и выполнять свои функции без дополнительной обработки. Впервые этот замечательный принцип в начале XVIII века был осуществлен у нас тульскими оружейниками.

Без последовательного проведения принципа взаимозаменяемости невозможно существование современного хозяйства. Как, например, можно было бы в нынешних условиях снабдить запасными частями крупное механизированное сельское хозяйство или же осуществить широкую и разветвленную систему специализации и кооперирования между заводами, если бы в промышленности не проводился бы принцип взаимозаменяемости?

Хозяйственное и государственное значение принципа взаимозаменяемости неизмеримо.

2. КАК ДОСТИГАЕТСЯ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ДЕТАЛЕЙ

Каким же образом можно осуществить производство взаимозаменяемых деталей? Очевидно, что для производства взаимозаменяемых деталей нужно, чтобы эти детали имели строго одинаковые размеры, заданные конструктором при расчете детали на прочность, т. е., как говорят, номинальные размеры. Однако, как бы не старались производственники, им все же никогда не удастся решить этой задачи. Действительный размер детали, т. е. размер, фактически полученный после обработки, всегда в большей или меньшей степени будет отличаться от номинального размера. Однако принцип взаимозаменяемости не требует от производственников такой «сверхточности». Оказывается, что размеры деталей могут выполняться с большими или меньшими отклонениями от номинальных размеров без нарушения принципа взаимозаменяемости, если данные отклонения не выйдут за определенные пределы.

Размеры, за которые не могут выходить действительные размеры детали, чтобы не нарушилась взаимозаменяемость, называются предельными размерами. Большой из них называется наибольшим предельным размером, меньший — наименьшим. Так, если на чертеже задан размер $60 \pm 0,1$ мм, то очевидно, что наибольшим предельным размером будет 60,1 мм, а наименьшим 60 мм. Разница между обоими предельными размерами представляет собой допуск на данный размер (в нашем примере 0,1).

Соблюдение допусков является главным условием взаимозаменяемости деталей, которое позволяет деталям собираться друг с другом. Бывает и так: детали соберутся, а изделие не выполняет свои функции так, как этого требует его конструкция. Например, шпиндель будет слишком туго вращаться во втулке подшипника, а втулка, наоборот, болтаться в его корпусе. Очевидно, что в данном случае нарушен принцип взаимозаменяемости, потому что не уда-

лось получить соединения деталей нужного характера или, как говорят, их посадку.

Посадки, при которых детали могут свободно перемещаться по отношению друг к другу, называются подвижными посадками и, наоборот, если они исключают возможность такого движения, их называют неподвижными. При подвижном соединении между поверхностями деталей имеется свободный промежуток, который принято называть зазором, а для неподвижной посадки требуется, чтобы деталь, входящая внутрь другой детали, была больше последней на некоторую величину, называемую натягом. И натяг, и зазор — есть результат особого расположения допусков по отношению к номинальному размеру данного соединения двух деталей.

Таким образом, допуски и посадки представляют собой единство, являющееся краеугольным камнем принципа взаимозаменяемости.

Поскольку зазор и натяг создаются предельными размерами детали, постольку они для данного размера и данной посадки будут иметь разное значение и меняться от наибольшей до наименьшей величины. Наибольшая величина зазора и натяга будет в том случае, когда обе сопрягаемые поверхности детали выполнены по наиболее отличающимся (крайним) предельным размерам, а наименьшая — когда они образованы наименьшей разницей между номинальными и предельными размерами.

Подсчитать величину зазоров и натягов очень просто. Предположим, что одна деталь имеет размер $50 \pm 0,030$, а входящая в нее другая деталь $50 \begin{smallmatrix} +0,065 \\ +0,045 \end{smallmatrix}$. Поскольку входящая деталь больше другой, очевидно посадка будет неподвижной и между поверхностями будет существовать натяг. Так же очевидно, что больше всего отличаться между собой будут размеры 50 и 50,065 и, следовательно, наибольший натяг будет равен $50,065 - 50 = 0,065$ мм. Соответственно, наименьший натяг: $50,045 - 50,030 = 0,015$ мм.

Характер посадки точнее всего соблюдается в том случае, если зазор и натяг имеют среднее значение. Этим часто пользуются в инструментальных цехах при изготовлении приспособлений. Здесь с целью повышения качества и точности посадок прибегают к взаимной пригонке деталей по средним зазорам и натягам, используя промеры, произведенные универсальными измерительными инструментами.

Средний зазор или натяг равен полусумме наименьших и наибольших зазоров или натягов. Возвращаясь к старому примеру, мы легко определяем средний натяг для данного случая. Он будет равен:

$$\frac{0,065 + 0,015}{2} = 0,040 \text{ мм.}$$

Следовательно, чтобы лучше соблюсти характер подобной посадки, следует шлифовать обе детали с натягом 0,040 мм.

Нужно сказать, что колебания в величине зазора или натяга — неизбежное зло, так как и зазор, и натяг невозможно выдержать так точно, как этого хотелось бы. Чем меньше допуски на изготовление сопрягаемых деталей, тем лучше соблюдается характер выбранной посадки.

Деталь, изготовленная в пределах наибольшего и наименьшего предельных размеров, взаимозаменяема. Для контроля этих размеров пользуются п р е д е л ь н ы м и к а л и б р а м и. Предельные калибры имеют два размера: один размер калибра равен наименьшему предельному размеру, второй — наибольшему. Один конец калибра, который обязательно должен входить в деталь, называется п р о х о д н ы м, а второй, который входить не должен, называется н е п р о х о д н ы м. Применение предельных калибров обеспечивает полную взаимозаменяемость.

3. СТАНДАРТЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Широкое внедрение принципа взаимозаменяемости в промышленность возможно только тогда, когда его основные положения явятся непреложным законом для всей промышленности, когда допуски и посадки, применяемые на заводах, окажутся сведенными в единую систему, обязательную для всех. Такая система позволяет установить ограниченное количество различных величин отклонений и типов посадок для каждого номинального размера и, следовательно, сократить нужную номенклатуру калибров и режущего инструмента.

В Советском Союзе действует такая система допусков и посадок в виде серии общесоюзных стандартов (ОСТ). Общесоюзные стандарты устанавливают:

- а) величины производственных допусков в зависимости от номинальных размеров и заданной точности детали;
- б) систему образования посадок;
- в) типы посадок, величины зазоров и натягов, величины предельных отклонений, необходимых для осуществления выбранной посадки.

Система ОСТ характеризует точность выполнения размеров в машиностроении при помощи классов точности. Системой установлено 10 классов: 1; 2; 2а; 3; 3а; 4; 5; 7; 8; 9. Чем меньше порядковый номер класса, тем выше точность.

Насколько же выше точность одного класса точности по сравнению с другим? Для примера возьмем таблицу ОСТ на допуски. Рассматривая эту таблицу, обращаем внимание на то, что для меньших номинальных размеров допуск всегда меньше, чем для больших. Это объясняется тем, что большие размеры выполнить гораздо

труднее. Поэтому, чтобы сравнить во сколько раз один класс точнее другого, надо сравнить допуски одинаковых размеров с одинаковой трудностью исполнения. В системе ОСТ классы точности принято сравнивать с величиной допуска на вал 2 класса точности, принимая его в качестве условной величины точности. Размер этого допуска, уменьшенный в 10 раз для удобства вычислений и выраженный в микронах (микрометр — 0,001 мм), носит название единицы допуска.

Единица допуска вычисляется следующим образом.

Единица допуска = $0,5 \sqrt[3]{d}$ мк,

где d — номинальный размер детали в мм.

Отсюда видно, что у большего размера детали — больше величина единицы допуска. Поэтому целесообразнее таблицы допусков строить с одинаковым количеством единиц допуска для любого размера детали внутри данного класса.

Таблицы допусков ОСТ имеют следующее количество единиц допуска:

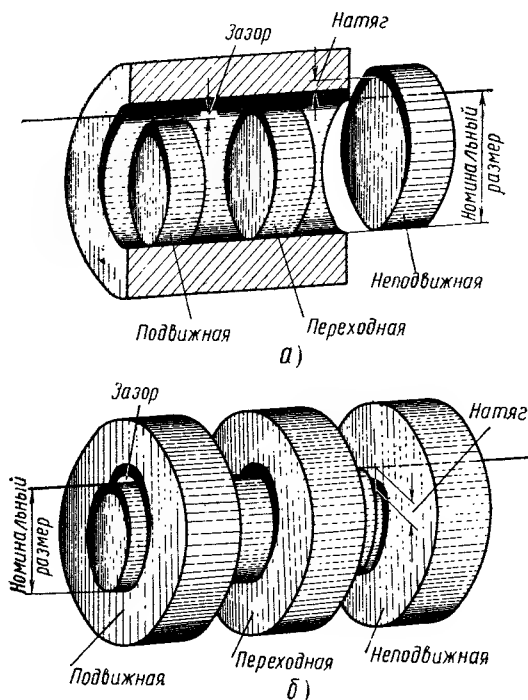
Класс точности	1	2	2а	3	3а	4	5	7	8	9
Количество единиц допуска для валов	7	10	16	30	64	100	200	400	640	1000
Количество единиц допуска для отверстий	10	16	25	30	64	100	200	400	640	1000

Количество единиц допуска, содержащихся в классах точности, позволяет их сравнивать между собой. Если разделить количество этих единиц на 10, то можно получить ответ на вопрос: во сколько раз допуски того или иного класса больше или меньше допусков, установленных для валов 2 класса точности.

Рассмотрим теперь посадки. Выше было сказано, что посадки образуются созданием зазоров или натягов за счет намеренных отступлений от номинального размера одной из сопрягаемых деталей. Так как в образовании посадки всегда участвует пара поверхностей (в общем случае поверхность отверстия и поверхность вала), то возникает вопрос: за счет какой поверхности лучше создать зазор или натяг. Посадку лучше всего образовать за счет изменения номинальных размеров вала. Если же это диктуется особыми производственными условиями, то, в крайнем случае, можно образовывать посадки и за счет изменения размеров отверстия.

Общеприняты две системы посадок: система отверстия и система вала. Система, при которой посадки образуются изменением размеров вала при неизменности предельных размеров отверстия, носит название системы отверстия (фиг. 12, а). Отверстие при этой системе называют основным отверстием и его предельные отклонения от номинала обозначают буквой А с индексом соответствующего класса точности (A_1 , A_2 , A_3 и т. д.). Если же остаются постоянными предельные размеры вала, а посадки образуются за счет изменения размеров отверстий, — это система вала (фиг.

12, б). В этом случае вал получает название основного вала, а его отклонения обозначают буквой В с индексами классов точности.



Фиг. 12. Система отверстия и система вала.

которых до известной степени свидетельствует об их характере (глухая, тугая, напряженная, плотная). Наименования подвижных посадок (скольжения, движения, ходовая, широкоходовая) позволяют также получить представление о характере соединения.

О типах посадок, установленных стандартами для всех классов точности, и их условных обозначениях дает представление табл. 4.

В этой таблице отсутствуют 7, 8 и 9 классы точности, так как они не применяются при изготовлении сопрягаемых деталей и, следовательно, посадок не образуют.

Сокращенные обозначения посадок ставятся в чертежах справа от номинального размера, расположенного в размерной линии. В сборочном чертеже условное обозначение их посадки показывается в виде дроби, числителем которой служит условное обозначение посадки отверстия, а знаменателем условное обозначение посадки вала.

Общесоюзным стандартом предусмотрены обе системы. Выбор той или иной из них зависит от экономической целесообразности применения системы и конструктивных особенностей изготавливаемых деталей. У нас в промышленности применяется в основном система отверстия, требующая меньшей номенклатуры инструмента.

Та и другая системы имеют два вида посадок: неподвижные и подвижные. К неподвижным посадкам относится группа пресовых посадок. Их название отражает технологический процесс образования посадки (горячая, пресовая, легкопресовая). Сюда же входит группа переходных посадок, название

Таблица 4

Посадки в системе отверстия и их условные обозначения

Класс точности	Основное отверстие	Неподвижные								Подвижные									
		прессовые						переходные				скольжения	движения	холодовая	легкоходовая	широкоходовая			
		горячая	прессовая 3	прессовая 2	прессовая 1	прессовая	легкопрессовая	глухая	тугая	напряженная	плотная								
1	A ₁			ОСТ 1041 Пр2 ₁ Пр1 ₁				ОСТ 1011 Г ₁ Т ₁ Н ₁ П ₁				ОСТ 1021 С ₁ Д ₁							
2	A	ОСТ 1042 Гр				ОСТ 1043 Пр	ОСТ 1044 Пл	ОСТ 1012 Г Т Н П С Д Х Л Ш											
2a	A _{2a}							ОСТ 1016 Г _{2a} Т _{2a} Н _{2a} П _{2a} С _{2a}											
3	A ₃		ОСТ 1069 Пр3 ₃ Пр2 ₃ Пр1 ₃									ОСТ 1013 С ₃		ОСТ 1013 Х ₃		ОСТ 1013 Ш ₃			
3a	A _{3a}											ОСТ 1017 С _{3a}							
4	A ₄					ОСТ 1079 Пр ₄						ОСТ 1014 С ₄		ОСТ 1014 Х ₄ Л ₄ Ш ₄					
5	A ₅											ОСТ 1015 С ₅		ОСТ 1015 Х ₅					

Таблица 5

Применение допусков и посадок, часто встречающихся в инструментальном производстве

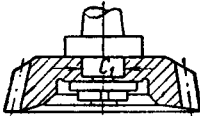
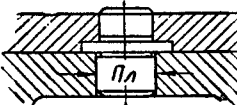
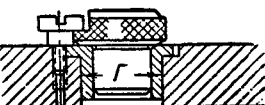
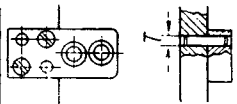
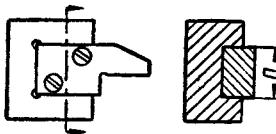
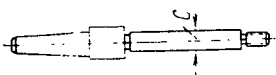
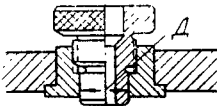
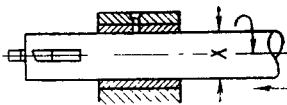
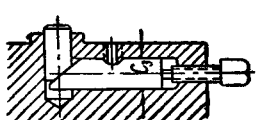
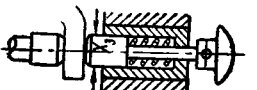
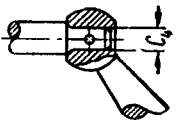
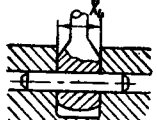
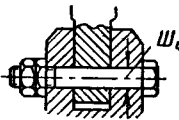
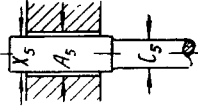
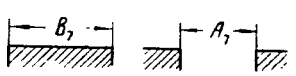
Посадка	Пример применения	Характеристика посадки
Скольжения 1 класса C ₁		Точное центрирование и направление без зазора. Допускает поступательное перемещение от руки
Легкопрес- совая 2 класса Пл		Надежное неподвижное соединение, получаемое запрессовкой
Глухая 2 класса Г		Достаточно надежное неподвижное соединение, получаемое запрессовкой или ударами. При значительных осевых усилиях требует упора
Тугая 2 класса Т		Неподвижное соединение, получаемое ударами свинцового молотка. Выдерживает небольшие осевые усилия; разборка затруднений не вызывает
Плотная 2 класса П		Легкое неподвижное соединение, получаемое ударами деревянного молотка. Осевых усилий не выдерживает
Скольжения 2 класса C		Соединение, допускающее перемещение от руки. Служит для центрирования и направления
Движения 2 класса Д		Подвижное соединение для вращения при малых оборотах и без заметных зазоров

Таблица 5 (окончание)

Посадка	Пример применения	Характеристика посадки
Ходовая 2 класса X		Подвижное соединение для вращательного движения с небольшим зазором
Скольжения 3 класса C_3		То же, что и C , но для более грубого центрирования и направления деталей
Ходовая 3 класса X_3		То же, что и X , но с большими зазорами
Скольжения 4 класса C_4		То же, что и C_3 , но для грубого центрирования и направления
Ходовая 4 класса X_4		То же, что и X_3 , но с еще большими зазорами
Широкоходовая 4 класса $Ш_4$		Применяется для соединений, допускающих весьма большие зазоры
Отклонения вала отверстия $A_5; C_5; X_5$		Обрабатываемые свободные размеры валов и отверстий
Отклонения линейных размеров $A_7; B_7$		Обрабатываемые свободные линейные размеры

Что представляют собой и в каких случаях применяются эти посадки, видно из табл. 5 с примерами их использования в инструментальном производстве.

Все сказанное выше о допусках и посадках относится к допускам и посадкам для валов, отверстий (диаметральных размеров) и линейных размеров деталей. Между тем взаимозаменяемое производство требует установления предельных отклонений и для других элементов.

4. ДОПУСКИ ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Среди других элементов, образующих форму деталей машин и инструмента, угловые элементы занимают немалое место. Тем не менее, допуски на угловые размеры до сих пор стандартами не установлены. Только в последнее время в печати появились предложения по созданию такого государственного стандарта. Сущность одного из этих предложений* сводится к следующему: 1) величины допусков на углы устанавливаются в зависимости от длины сторон угла; 2) допуски выбираются по наименьшей стороне угла; 3) допуски располагаются симметрично по отношению к номинальному размеру угла. Исходя из этих положений предложена таблица допусков, предусматривающая 10 классов точности для 12 интервалов длины наименьшей стороны угла.

Предлагаемые в таблице классы точности охватывают не только допуски машиностроительных деталей, но могут быть применены и для установления допусков на размеры инструментов и приспособлений. В случае использования таблицы допусков для калибров, класс точности выбирается так, чтобы допуски измерительного инструмента были приблизительно равны 10% допуска на изделие, а допуски приспособлений 30%.

Помимо допусков на сопрягаемые угловые размеры, предлагаемая система устанавливает допуски свободных углов. Допуски свободных углов имеют 3 ряда, соответствующие 7, 8 и 9 классам точности на диаметральные и линейные размеры. Допуски установлены как в угловых, так и линейных величинах.

Не менее важным элементом организации взаимозаменяемого производства являются допуски резьбовых соединений. Общесоюзными стандартами установлено для этих соединений всего 3 класса точности: 1, 2 и 3. Наиболее распространены 2 и 3 классы. Основным элементом, определяющим характер посадки резьбовой пары, является средний диаметр, так как резьба должна сопрягаться только по сторонам резьбового профиля. Допуски на наружный и внутренний диаметры строятся так, чтобы только исключить возможность защемления по вершинам и впадинам резьбы. Величина

* А. Н. Ростовых, Нормальные углы и допуски на угловые размеры в машиностроении, «Стандартизация» № 1, 1955.

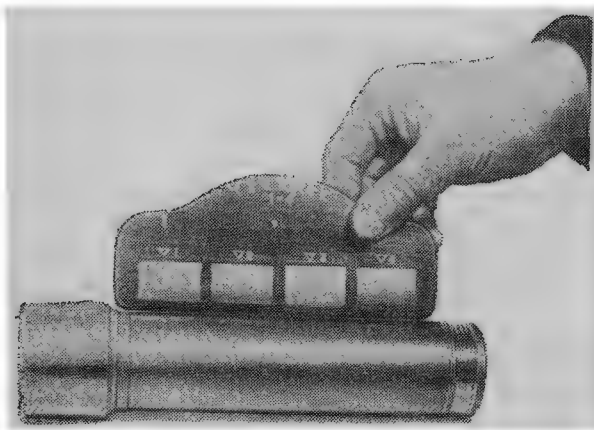
допусков элементов резьбы всех классов точности приводится в таблицах соответствующих стандартов. Также имеются стандарты, устанавливающие допуски на зубчатые передачи и шлицевые соединения.

Описанное выше касалось, главным образом, размерных величин и не охватывало допустимых отклонений от заданной формы и расположения поверхностей. К числу таких отклонений относятся ошибки расположения и отклонения от правильной формы поверхностей детали, приведенные в табл. 2. Величины этих отклонений стандартами не установлены и в большинстве случаев определяются расчетом. В том случае, если эти отклонения конструктором не указаны, принято считать, что они должны укладываться в поле допуска на размер детали, а у инструментов и приспособлений — укладываться в пределах половины этого поля.

Система взаимозаменимости не может быть проведена до конца, если не будут установлены предельные размеры для инструмента, производящего проверку размеров изделий, и инструмента и приспособлений для производства деталей. Этот вопрос мы рассмотрим в других главах книги.

5. ЧИСТОТА ПОВЕРХНОСТИ И ЕЕ ОЦЕНКА

В машиностроении и особенно инструментальном производстве вопросам чистоты поверхности деталей придается большое значение,



так как чистота во многом определяет точность и долговечность их работы.

Под чистотой поверхности понимают величину неровностей на отдельных, весьма небольших участках этой поверхности. Величина неровностей может быть точно измерена и, таким образом, определена чистота данной поверхности.

Чистота любой поверхности определяется по средним

Фиг. 13. Сравнение чистоты поверхности с образцами.

высоте ее неровностей — H_{cp} или по среднему квадратичному отклонению неровностей — $H_{ск}$. Средняя высота неровностей — есть среднее арифметическое из высот неровностей, измеренных от верхних до их нижних точек. Среднее квадратич-

ное же отклонение высоты неровностей представляет величину, получаемую извлечением квадратного корня из среднего квадрата расстояния от точек, лежащих на профиле рассматриваемой поверхности, до средней линии этого профиля.

Таблица 6

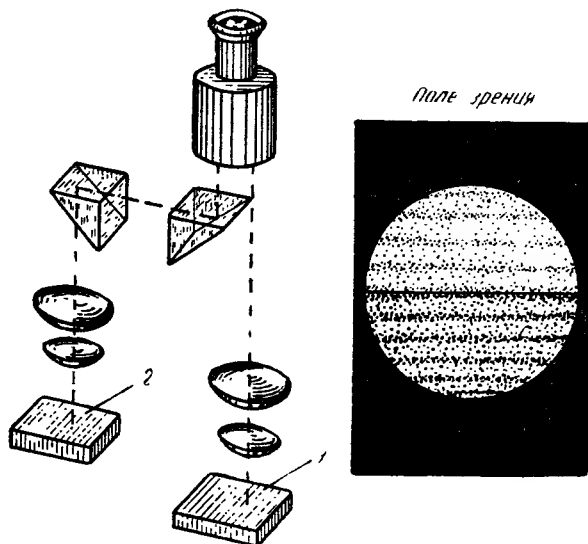
Классы чистоты поверхности по ГОСТ 2789—51

Класс чистоты	Условное обозначение на чертеже	Отклонения высоты неровностей (в микронах)	
		H_{cp}	$H_{ск}$
1	▽ 1	Свыше 125 до 200	—
2	▽ 2	» 63 до 125	—
3	▽ 3	» 40 до 63	—
4	▽▽ 4	» 20 до 40	—
5	▽▽ 5	—	Свыше 3,2 до 6,3
6	▽▽ 6	—	» 1,6 до 3,2
7	▽▽▽ 7	—	» 0,8 до 1,6
8	▽▽▽ 8	—	» 0,4 до 0,8
9	▽▽▽ 9	—	» 0,2 до 0,4
10	▽▽▽▽ 10	—	» 0,1 до 0,2
11	▽▽▽▽ 11	—	» 0,05 до 0,1
12	▽▽▽▽ 12	—	» 0,025 до 0,05
13	▽▽▽▽ 13	Свыше 0,06 до 0,12	
14	▽▽▽▽ 14	до 0,06	

В табл. 6 приведено 14 классов чистоты поверхности, которые установлены ГОСТ 2789—51. При необходимости более мелкой градации степеней чистоты, допускается разделение 6—14 классов на разряды. Классы чистоты поверхности с 6 класса по 13-й делятся на три разряда: а, б и в, а 14-й класс чистоты имеет только два разряда — а и б.

Чтобы отнести ту или иную поверхность к определенному классу чистоты, в производственных условиях нет особой необходимости измерять величину неровностей. Для этой цели вполне достаточно сравнить имеющуюся поверхность с образцом чистоты соответствующего класса. Комплекты образцов чистоты поверхностей (фиг. 13) представляют собой наборы металлических пластинок с плоскими и цилиндрическими поверхностями, обработанными различными способами и на разных режимах и отнесенными к тому или иному классу чистоты. Сравнение поверхности образца с поверхностью, чистота которой подвергается оценке, в цеховых условиях производится невооруженным глазом.

Однако точность определения чистоты поверхности может быть повышена, если сравниваемые поверхности рассматривать в увеличенном виде в одинаковых условиях увеличения и освещения. Такие условия оценки создает сравнительный микроскоп, схема устройства и поле зрения которого показаны на фиг. 14. Для сравнения чистоты поверхности, деталь и образец устанавливаются на предметные столы микроскопа 1 и 2.



Фиг. 14. Схема и поле зрения сравнительного микроскопа.

Определение чистоты поверхности в спорных случаях и при аттестации образцов чистоты (для отнесения их к тому или иному классу чистоты) в условиях лаборатории может быть произведено на специальных измерительных приборах, называемых профилографами, профилометрами, микроинтерферометрами и двойными микроскопами.

ГЛАВА V

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

1. ЖЕЛЕЗО, ЧУГУН, СТАЛЬ

Железо — самый распространенный материал. Однако чистое железо редко применяется в технике. В чистом виде оно не настолько прочно, насколько должен быть прочным добротный машиностроительный материал. Только в соединении с другим элементом — углеродом сплавы железа приобретают нужные качества и становятся теми материалами, которые служат основой для изготовления машин и технологической оснастки для их производства. Такие сплавы носят название чугунов и сталей.

Чугун — железоуглеродистый сплав, содержащий 2,5—4% углерода. Углерод в чугуне находится, как правило, в виде зерен или пластинок графита, рассеянных между зернами железа. Такое строение делает чугун неособенно прочным, однако высокие литейные качества обеспечивают его широкое применение в виде чугунных отливок.

В инструментальном производстве чугунные отливки используются для изготовления оснований, корпусов, различных стоек и плит приспособлений и штампов.

Чрезвычайно широкое распространение получил **серый чугун**. Изготовленные из него детали обладают различной прочностью в зависимости от марки чугуна. Серые чугуны имеют следующие марки: СЧ 12—28; СЧ 15—32; СЧ 18—36; СЧ 21—40; СЧ 24—44; СЧ 28—48; СЧ 32—52. Эти условные обозначения марок характеризуют прочность чугуна. Первые две цифры говорят о величине предела прочности при растяжении, а вторые две цифры обозначают предел прочности при изгибе. Число, характеризующее прочность, выражается в килограммах на квадратный миллиметр. Следовательно, самым прочным чугуном будет серый чугун марки СЧ 32—52.

За последние годы удалось повысить прочность чугуна введением в расплавленный металл небольшого количества ферросилиция, способствующего более мелкой кристаллизации и получению более округленной формы зерен графита. Приготовленный таким образом чугун называется **модифицированным**. В настоящее время освоен модифицированный чугун следующих марок: МСЧ 28—48; МСЧ 32—52; МСЧ 35—56 и МСЧ 38—60. Как видно из приведенного обозначения марок, модифицированный чугун на 15—20% прочнее обыкновенного серого чугуна.

Модифицирование чугуна магнием позволило создать **сверхпрочный чугун**. Такой чугун на 70—75% прочнее серого чугуна и его прочность достигает прочности хорошей стали. Открытие сверхпрочного чугуна еще больше расширило применение чугуна в технике. Он теперь может применяться на весьма ответственные детали машин и инструментов и даже, например, на такие части режущего инструмента, как державки твердосплавных резцов, подверженных, как известно, действию больших сил.

Теперь чугун применяется и в качестве материала для изготовления подшипников. **Антифрикционный чугун**, идущий для этих целей, прекрасно притирается к вращающимся деталям, мало изнашивается и отлично заменяет цветные металлы. В таком чугуне больше свободного графита, чем в сером. Это свойство делает его лучшим материалом при изготовлении притиров, которыми производится абразивная доводка инструмента.

Другая группа железоуглеродистых сплавов — **стали**. Это железоуглеродистые сплавы, в которых содержание углерода находится в пределах от 0,05 до 2,0%. В отличие от чугуна, углерод здесь

присутствует не в виде свободного графита, а в виде химического соединения с железом. Стали — самые прочные железоуглеродистые сплавы.

2. ВИДЫ И МАРКИ СТАЛЕЙ

Химический состав сталей различен; различны их свойства и различно их назначение. Свойства стали зависят в основном от содержания углерода. Между тем, кроме железа и углерода в стали могут также находиться в значительных количествах и другие элементы, существенно влияющие на свойства этого материала.

Поскольку присутствие углерода в стали больше всего изменяет ее свойства, то по его процентному содержанию стали можно разделить на два основных класса: конструкционные и инструментальные.

Конструкционные стали содержат не более 0,7% углерода и служат для изготовления деталей машин; инструментальные стали с содержанием углерода свыше 0,7% применяются при изготовлении инструмента.

Конструкционные стали различны по химическому составу, но все они могут быть сведены к трем основным видам: 1) углеродистым, т. е. сталям, не имеющим, кроме железа и углерода, других элементов, которые бы серьезно повлияли на свойства стали; 2) легированным, в составе которых имеется небольшое количество дополнительных, как говорят, легирующих элементов, резко улучшающих свойства стали (хром, вольфрам, кремний и др.); 3) высоколегированным, или особым сталям.

К какому бы виду ни относилась сталь, в ее составе, кроме железа и углерода, находится небольшое количество неизбежных примесей. Неизбежные примеси кремния (до 0,5%) и марганца (до 0,7%) не оказывают заметного влияния на качество стали, между тем, как даже сотые доли процента серы и фосфора резко ухудшают ее свойства.

Независимо от вида стали, качество ее может быть различным. Однако под качеством стали не следует понимать улучшение ее свойств добавкой легирующих элементов. Качество стали определяется только ее чистотой и однородностью. С этой точки зрения стали могут быть трех сортов: стали обыкновенного качества, стали качественные и стали высококачественные.

Углеродистые стали обыкновенного качества (по ГОСТ 380—50) изготавливаются шести марок: от марки МСт. 2 (углерода около 0,12%) до марки МСт. 7 (углерода 0,5—0,63). Качественные углеродистые стали изготавливаются согласно ГОСТ 1050—52 следующих марок: 05; 08; 10; 15; 20; 25; 35; 40; 45; 50 и 55. К качественным углеродистым сталям относятся и стали с повышенным содержанием марганца (стали 15Г ÷ 50Г и др.). Обозначение марки качествен-

ной стали указывает на среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Стали с низким содержанием углерода (до 0,25 %) применяются для изготовления малоответственных деталей и деталей, подвергаемых сварке и цементации. Стали с содержанием углерода свыше 0,35 % служат для изготовления нагруженных частей машин и приспособлений.

Другой вид сталей — это стали легированные.

Легировующие элементы, входящие в состав таких сталей, существенно изменяют их свойства.

Марганец — повышает прочность и твердость стали, сохраняя ее вязкость; он сильно увеличивает износостойчивость стали, но ослабляет ее магнитные свойства.

Кремний — увеличивает упругость стали и в то же время улучшает ее магнитные свойства.

Хром — увеличивает прочность, твердость и износостойкость стали, улучшает ее магнитные свойства; повышает стойкость против окисления, увеличивает глубину заковки.

Никель — сильно увеличивает пластичность и вязкость стали, но ухудшает магнитные свойства.

Вольфрам — дает возможность сохранить свойства стали при нагреве; улучшает ее литейные качества и увеличивает глубину заковки.

Ванадий — содействует сохранению прочности стали при высокой температуре и также увеличивает глубину заковки.

Присутствие легирующих элементов в сталях дает им соответствующие названия: сталь, в которой имеется хром, называется хромистой (15X, 40X и др.); сталь, содержащая никель — никелевой (30Н и др.); содержащая хром и никель — хромоникелевой и т. д.

Химический состав той или иной легированной стали определяет ее марку. Поэтому стандартное условное обозначение марки такой стали соответствует ее химическому составу и начинается с цифр, указывающих количество углерода, содержащегося в стали в сотых долях процента. Дальше следуют буквенные обозначения, характеризующие содержание легирующих элементов. Так, буква Г — означает наличие марганца, С — кремния, Х — хрома, Н — никеля, В — вольфрама, М — молибдена, Т — титана, Ф — ванадия, Ю — алюминия. В случае, если содержание какого-нибудь легирующего элемента превышает 1 %, рядом справа его буквенного обозначения ставится цифра, указывающая содержание элемента в процентах, округленная до целого числа. Так, например, марка легированной стали 20Х2Н4А представляет собой высококачественную (буква А) легированную хромоникелевую сталь, в состав которой входят 0,20 % углерода, 2 % хрома и 4 % никеля. В инструментальном производстве находят наиболее широкое применение следующие марки легированных сталей: 15Х, 30Н, 40Х, 40ХН, 40ХГ, 40ХС, 35ХЮА, 38ХМЮА, ШХ15, 60С2А и др.

Третий вид сталей — это высоколегированные стали. Их особые механические и физические свойства создаются введением в состав большого количества легирующих элементов. По этой причине стали становятся нержавеющей (X18, 1X18H9T), жаропрочными (X25T) и немагнитными или же, наоборот, обладающими высокими магнитными свойствами.

3. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ

Инструментальные стали характерны тем, что после соответствующей термической обработки они получают очень высокую твердость. Такая твердость позволяет изготовленным из стали инструментом обрабатывать другие стали — конструкционные.

Инструментальные стали могут быть разделены на углеродистые, легированные и высоколегированные или быстрорежущие стали. Свойства углеродистых инструментальных сталей как качественных, так и высококачественных (с добавкой индекса А в обозначении марки) зависят также от процентного содержания углерода в их составе. О процентном содержании этого элемента в той или иной стали можно судить по цифрам, входящим в условное обозначение марки стали, соответственно содержанию углерода в десятиях процента.

С ростом процентного содержания углерода увеличивается твердость стали, но одновременно растет и хрупкость. Поэтому для ударных инструментов и вырубных штампов применяются только стали У7 и У8, а для режущих и измерительных инструментов, от которых требуется высокая твердость и износостойкость, — стали У10—У12. Однако стали У10—У12 пригодны для режущих инструментов, работающих только с небольшими скоростями резания и в спокойных условиях (развертки, метчики и т. п.). Точно также и детали приспособлений, подверженные ударам (упоры, установочные планки), изготавливаются из сталей У7 — У8, а работающие на истирание, — из сталей У10 — У12.

Свойства углеродистых сталей могут быть улучшены добавкой марганца. Такие стали менее хрупки и более износостойки.

Несмотря на многие положительные качества, инструментальные углеродистые стали все же не лишены серьезных недостатков.

1. Они не обладают достаточной теплостойкостью, так как при нагреве приблизительно до 200° начинают терять высокую твердость, а, следовательно и режущие свойства. По этой причине их нельзя использовать для режущего инструмента, работающего в тяжелых условиях, т. е. в условиях сильного нагрева режущих кромок.

2. Их форма и размеры сильно изменяются при закалке, что не позволяет использовать такие стали для сложных по конструкции и точных по размерам инструментов и некоторых других деталей технологической оснастки.

Стремление повысить теплостойкость и износостойкость, а также прочность инструментальных материалов привело к созданию легированных сталей. Однако теплостойкость этих сталей лишь немного выше, чем у углеродистых, зато значительно выше их износостойкость и прокаливаемость и в то же время намного меньше изменяемость размеров при закалке.

Наиболее употребительны следующие марки инструментальных сталей: углеродистые качественные стали (по ГОСТ 1435—54) — У7, У8, У10, У12; углеродистые высококачественные — У7А, У8А, У10А, У12А, У8ГА, У10ГА; легированные (по ГОСТ 5951—51) — Х, Х12, Х12Ф, 9ХС, ХГ, ХВГ, ХВ5, 5ХВС, 6ХВС, 5ХНТ, 5ХНВ; быстрорежущие (по ГОСТ 5952—51) — Р9 и Р18. Условные обозначения этих марок почти совпадают с обозначениями легированных конструкционных сталей, с той только разницей, что первое число означает не сотые доли процента, а десятки. В том случае, если процентное содержание углерода в марке составляет 1% и более, цифра в условном обозначении опускается.

Каковы же свойства и назначение марок легированных инструментальных сталей?

Хромистые инструментальные стали (Х, Х12) отличаются большой износостойкостью и малой изменяемостью формы и размеров (деформацией) при закалке. Сталь марки Х широко применяется для изготовления разверток, винторезных гребенок, небольших протяжек, калибров и кондукторных втулок, рабочие размеры которых нельзя подвергнуть шлифованию. Сталь марки Х12 и особенно хромованадиевая Х12Ф — идут на изготовление накатных плашек, волоочильных инструментов, а также гибочных и холодновысадочных штампов.

Хромокремнистая сталь (9ХС) — более теплостойка по сравнению с углеродистой сталью и служит, главным образом, для изготовления режущего инструмента.

Хромомарганцевая сталь (ХГ) — дает наименьшие деформации при закалке и представляет поэтому наилучший материал для резбовых и иных точных и сложных калибров, закаленных кондукторных планок и втулок малых диаметров, подвергаемых после закалки только доводке.

Хромовольфрамовые стали (ХВГ и ХВ5) также мало деформируются при закалке, обладают большей теплостойкостью, однако весьма склонны к появлению трещин и прижогов при шлифовании.

Хромовольфрамокремнистые (5ХВС и 6ХВС) обладают рядом ценных свойств, способствующих их применению для изготовления штампов холодной штамповки. Стали 5ХНТ и 5ХНВ служат для изготовления ковочных штампов.

Открытие высоколегированных быстрорежущих сталей, сохраняющих режущие свойства при температуре 550°, т. е. обладающих почти в 3 раза большей теплостойкостью, явилось крупным шагом

вперед в получении совершенных материалов для изготовления режущего инструмента. Быстрорежущая сталь — очень дорогой материал. Ее стоимость в 10—15 раз выше углеродистой стали, а поэтому она используется только для изготовления режущего инструмента, работающего на повышенных режимах резания.

ГОСТ 5952—51 установлено две марки быстрорежущей стали: марка P18, имеющая в своем составе около 18% вольфрама, и марка P9 с 9% вольфрама. Быстрорежущая сталь P18, как более дорогостоящая, применяется реже; во всех случаях, когда это возможно, применяют низколегированную сталь P9. Применение стали P18 допускается только для изготовления инструмента, работающего в особенно тяжелых условиях, т. е. при обработке материалов высокой прочности и при работе с большими сечениями стружки и скоростями резания. Эта сталь также применяется для сложного фасонного и зубообрабатывающего инструмента. Сталь P9 при обработке материалов высокой прочности имеет несколько пониженную стойкость и кроме этого отличается худшей шлифуемостью, склонностью к прижогам при шлифовании, а также трудностью ее закалки, в связи с узким интервалом закалочных температур.

4. ПРОЧНОСТЬ И ТВЕРДОСТЬ МЕТАЛЛА

Металлы, применяемые в машиностроении и инструментальном производстве, обладают разнообразными ценными свойствами, но самые главные из них — прочность и твердость.

Расскажем коротко об этих свойствах.

Прочность, как известно, есть способность материала сопротивляться разрушению. Если металл не рвется при растяжении и не разрушается при ударе, говорят, что металл прочен. Но в технике нельзя полагаться только на общее впечатление о том, прочен или недостаточно прочен металл, с которым имеют дело. Прочность материала должна быть точно измерена, причем должны быть отдельно определены его способность сопротивляться разрыву и его способность противостоять ударным нагрузкам. Чтобы определить прочность металла, изготовленные из него образцы подвергают растяжению на специальных машинах до тех пор, пока они не разорвутся. Проследив при действии какой силы разорвался образец и изучив изменение его размеров в месте разрыва, можно получить полную и точную характеристику прочности металла, из которого образец изготовлен.

Затем, разделив величину силы, разорвавшей образец, выраженную в килограммах, на площадь поперечного сечения образца, выраженную в квадратных миллиметрах, узнают то напряжение, которое выдержал образец, т. е. прочность материала на разрыв. Величина этой силы, отнесенная к единице площади сечения и измеренная поэтому уже не в кг, а в кг/мм^2 , называется пределом прочности при растяжении и обозначается во всей тех-

нической литературе, чертежах и технологических документах буквой σ_s (сигма бэ).

Знание величины предела прочности при растяжении σ_s того или иного металла позволяет не только рассчитать изделие на прочность, но и подобрать необходимые режимы резания при его обработке. Это имеет большое значение потому, что прочность сталей весьма различна. Так, например, Ст. 1 имеет $\sigma_s = 32 \div 40 \text{ кг/мм}^2$, а σ_s некоторых высоколегированных сталей доходит до 200 кг/мм^2 .

Изучая дальше разорванный образец, можно обнаружить, что его сечение в месте разрыва несколько сузилось, а общая длина увеличилась. Это явление говорит о том, насколько данный материал способен противостоять разрушению и изменять свою форму, не нарушая молекулярной связи между его частицами, т. е. быть пластичным.

Если же теперь подсчитать насколько уменьшилась площадь поперечного сечения образца, а затем эту величину разделить на его первоначальную площадь, то получится результат, выраженный в процентах и называемый относительным сжатием поперечного сечения. Относительное сжатие поперечного сечения обозначается буквой ψ (пси) и характеризует вязкость материала. Величина ψ у самых мягких низкоуглеродистых сталей доходит до 60%, у наименее вязких — до 30%.

Измерение увеличенной длины образца характеризует относительное удлинение и обозначается буквой δ (дельта). Чем больше относительное удлинение, тем больше пластичность металла. По величине относительного удлинения δ и относительного сжатия ψ , косвенно, можно судить и о вязкости металла. Под вязкостью металла понимают свойство материала противоположное хрупкости.

Второе главное свойство металлов — это твердость. Чем выше твердость, тем деталь долговечнее, тем медленнее она изнашивается. Режущий инструмент только потому снимает стружку с детали, что твердость его намного выше твердости обрабатываемого материала. Уже небольшое изменение твердости существенно сказывается на эксплуатационных свойствах детали и инструмента. Все это заставляет производителей тщательно следить за состоянием твердости детали.

Твердость металла определяется вдавливанием какого-нибудь предмета в испытываемый материал. По глубине вдавливания судят насколько велика эта твердость. На этом принципе работают существующие приборы для измерения твердости: пресс Бринелля и приборы Роквелла.

При помощи пресса Бринелля твердость незакаленных сталей, а также чугуна измеряется вдавливанием в них стального шарика диаметром 10 мм с силой 3000 кг. Для других материалов сила вдавливания шарика меняется: для меди, латуни и им подобных

она составляет 1000 кг, а для мягких сплавов 250 кг. Прибор Роквелла определяет твердость закаленных материалов вдавливанием специального алмазного конуса. Результатом измерения, характеризующим величину твердости материала, служат соответствующие числа твердости: число твердости по Бринеллю (H_B) и число твердости по Роквеллу (H_R).

Число твердости по Бринеллю H_B представляет результат от деления нагрузки (в кг) на площадь отпечатка шарика, выраженную в мм². Чтобы избежать вычислений при определении числа H_B , пользуются специальными таблицами, в которых можно найти это число по диаметру полученного отпечатка. Наивысшая твердость, которая может быть испытана на этом прессе, равна: $H_B = 450$.

Пресс Бринелля (фиг. 15) действует следующим образом. Зачищенная до получения плоской и ровной поверхности деталь 1 устанавливается на шаровую опору 2 и маховиком 3, вращающим винт 4, поднимается до соприкосновения с шариком наконечника 5. Затем закрывают винтелем 8 выход для масла из цилиндра 6 в резервуар 7 и создают давление на поршень 9 и шариковый наконечник, действуя насосом 10. Приведенный в действие насос нагнетает масло в цилиндр 6 из резервуара 7, создает давление на поршень 9 и одновременно передает его манометру 11 и рычагу с грузами 12. Величина давления соответствует весу грузов. Через некоторое время открывается винтель 8, часть масла из цилиндра 6 уходит в резервуар 7 и давление падает до нуля. После этого опускают маховиком винт 4, освобождают деталь и при помощи специальной лупы замеряют диаметр отпечатка.

Если твердость детали выше твердости, измеряемой прессом Бринелля, пользуются прибором Роквелла. При измерении на нем закаленных сталей применяется груз весом 150 кг, дающий числа твердости по так называемой шкале С («цэ»). Шкала С позволяет измерять твердости от 20 до 67 единиц. Число твердости по Роквеллу (шкала С) обозначается H_{RC} и может быть вычислено следующим образом:

$$H_{RC} = (1 - 5h)100 \text{ единиц,}$$

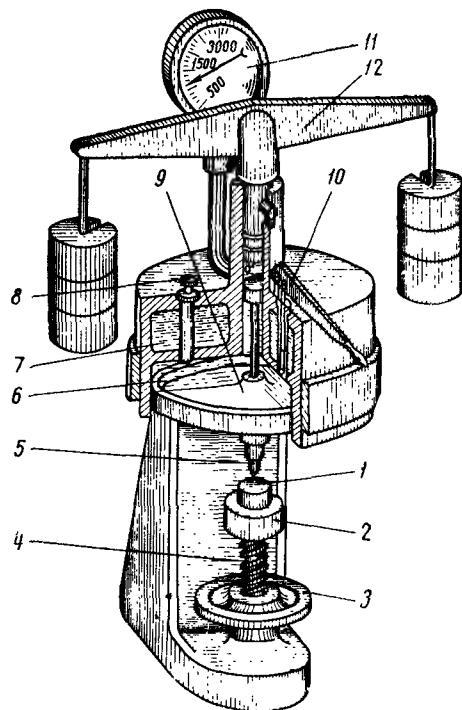
где h — глубина вдавливания алмазного конуса в мм.

Так, например, если алмазный конус вдавился на 0,1 мм, то

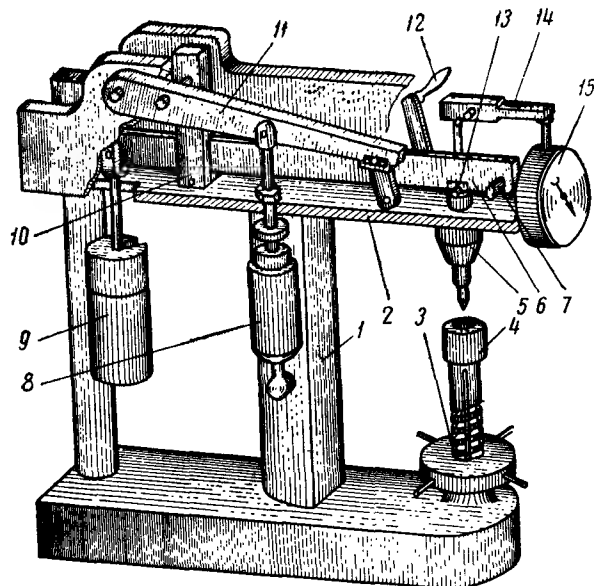
$$H_{RC} = (1 - 5 \cdot 0,1) 100 = 50 \text{ единиц.}$$

Обычно такие вычисления не производятся и циферблат прибора дает показания непосредственно в числах твердости H_{RC} .

Прибор Роквелла устроен следующим образом. На станине 1 прибора (фиг. 16) покоится на двух стойках поперечина 2. С другого края станины установлен и перемещается вверх и вниз при помощи маховика 3 винт 4 со столиком для испытываемых предметов.



Фиг. 15. Схематическое изображение гидравлического прессы Бринелля.



Фиг. 16. Схема действия прибора Роквелла.

Процесс испытания начинается с подвода предмета к алмазному наконечнику и приложения предварительного усилия (10 кг). Это усилие создается пружиной, находящейся во втулке 5 шпинделя прибора. Рабочий рычаг 6 действует на шпиндель прибора, причем точка его опоры находится на оси 7, а место передачи силы наконечнику — на призме 13. На этот рычаг действует груз 9.

В нерабочем положении рычаг опирается на серьгу 10 и давление на шпиндель не передается. Во время испытания рукоятку 12 освобождают и тогда рычаг 11 вместе с серьгой 10 и рычагом 6 опускается. Плавному опусканию всей этой системы способствует масляный успокоитель 8, позволяющий регулировать скорость приложения силы на испытываемый предмет. Получив возможность перемещения, алмазный конус, опускаясь, проникает в металл. Величина этого перемещения передается рычажком 14 индикатору 15.

Однако, следует сказать, что далеко не у всех деталей можно проверять твердость описанными приборами. Нельзя, например, с их помощью определять твердость на режущей кромке инструмента или на внутренней поверхности какой-нибудь матрицы. В подобных случаях прибегают к проверке твердости с помощью тарированных напильников. Тарированными называются такие напильники, твердость которых точно измерена по образцам твердости, и если, например, напильник, тарированный на твердость 61 H_{RC} , берет металл детали, а тарированный на твердость 59 H_{RC} скользит по ее поверхности, то последняя имеет $H_{RC} = 60$.

На этом можно закончить описание двух, наиболее важных свойств стали — ее прочности и твердости. Однако эти свойства непостоянны. Они могут изменяться с изменением структуры стали, т. е. ее строения. Что же заставляет изменяться структуру стали?

5. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Нагревая сталь до определенной температуры и охлаждая ее с определенной скоростью, можно существенно изменить ее структуру и, следовательно, ее свойства. Тепловая обработка сталей в твердом состоянии, при которой под влиянием температуры нагрева и скорости охлаждения они изменяют свои свойства и способность поддаваться механической обработке, называется их термической обработкой. К термической обработке относятся такие процессы как отжиг, нормализация, закалка, отпуск и старение.

Дадим краткую характеристику этих процессов.

Отжиг представляет собой медленный нагрев стали до температуры 750—880° с выдержкой при этой температуре и с последующим медленным охлаждением вместе с нагревательной печью. Отжиг стали улучшает структуру и снимает ее внутренние напряжения, понижает ее твердость, облегчая механическую обработку.

Нормализация представляет собой закалку и высокий от-

пуск при температуре 660— 20°. Она увеличивает прочность стали и улучшает ее обрабатываемость. Получаемые после этого вида обработки свойства стали содействуют образованию более чистой поверхности после механической обработки. Нормализация как бы готовит деталь к последующей закалке, уменьшая возможность появления трещин и деформаций.

Назначение закалики состоит в сохранении у холодной стали той структуры, которую она имеет при высоких температурах. Сохранение у стали структуры высоких температур возможно только при таком быстром ее охлаждении, во время которого структура еще не успеет превратиться в структуру холодной стали. Сталь с такой насильно закрепленной структурой обладает высокой твердостью и большой прочностью. Температура нагрева под закалку для различных сталей находится в пределах от 750 до 1300°, а скорость охлаждения достигает до 300° в секунду. Охлаждение во время закалики производится либо в воде, либо в масле и иногда в струе воздуха. Чем больше углерода и легирующих элементов в стали, тем выше температура нагрева и тем медленнее скорость охлаждения при закалке.

Кроме обычной закалики в последнее время все шире начинает применяться изотермическая закалка. Такая закалка состоит в нагреве детали до закалочных температур и ее охлаждении сначала в горячей закалочной среде, нагретой до температуры 320—370°, а затем в охлаждении вне этой среды с необходимой скоростью. В этом случае закалочной средой служит щелочь. Изотермическая закалка позволяет получить высокую прочность закаленной стали и, во многих случаях, избежать следующей операции — отпуска.

Отпуск стали состоит в повторных ее нагревах от 180 до 580° (в зависимости от марки и вида стали, а также заданной твердости), в продолжительных выдержках при этих температурах и в медленном охлаждении. Этот вид термической обработки позволяет перевести насильственно закрепленную при закалке структуру высоких температур в более устойчивое состояние, устраняет образовавшиеся при закалке внутренние напряжения и, как правило, увеличивает вязкость и несколько снижает твердость стали. Исключения составляют высоколегированные инструментальные стали, у которых после отпуска твердость повышается.

Отпуск высокоуглеродистых и легированных сталей может быть произведен не только при температурах 180—580°, но и при температурах ниже нуля. Отпуск при низких температурах или обработка холодом производится охлаждением деталей до температуры минус 100—130° и выдержкой их при этой температуре в течение определенного времени. Во время обработки холодом в стали происходят те же процессы, что и при высокотемпературном отпуске. Для охлаждения стали применяется жидкий азот или твердая углекислота (сухой лед).

Старение стали ускоряет процесс перехода структуры закаленных сталей в более устойчивое состояние и снимает их внутренние напряжения. Во время перехода к более устойчивой и лишенной внутренних напряжений структуре стали, у нее изменяется объем: деталь теряет размеры. В инструментальном производстве процесс старения имеет особенно большое значение, так как он, устраняя эти напряжения, гарантирует в последующем сохранность размеров и формы точных инструментов.

Процесс старения оказывает влияние и на последующую обработку стали. Не прошедшие старения некоторые инструментальные стали, как например, стали марок ХВГ, ХВ5 и другие, плохо шлифуются: при шлифовании на их поверхности легко возникает сетка поверхностных трещин. Старение ведется в масле, нагретом до 130—160° с выдержкой изделия при такой температуре в течение 24—48 часов.

Особые виды термической обработки, при которых изменяется химический состав поверхностного слоя стали, называются химико-термической обработкой. Сюда относятся: цементация, нитроцементация, азотирование и некоторые другие процессы.

Цементация стали применяется для того, чтобы повысить содержание углерода в ее поверхностном слое. При цементации детали помещают в стальной ящик, пересыпают специальным веществом — карбюризатором, — содержащим углерод, и нагревают. В качестве карбюризатора может быть применен древесноугольный порошок с добавлением соды и мела. Во время продолжительного нагревания в печи при температуре 920—940° поверхность детали насыщается углеродом на глубину 1,0—2,5 мм.

Таким образом после цементации деталь состоит как бы из двух постепенно переходящих друг в друга сталей: внутри — вязкая и мягкая низкоуглеродистая сталь, а снаружи высокоуглеродистая сталь. Цементированные детали можно подвергнуть закалке. После этого их поверхность получит высокую твердость, а сердцевина останется мягкой.

Карбюризаторами при цементации могут быть не только твердые вещества: цементация может производиться в расплавленных науглераживающих солях и тогда ее называют жидкостной цементацией или в науглераживающих газах и тогда ее называют газовой цементацией.

Одновременное насыщение поверхности деталей углеродом и азотом, производимое в газовой среде, называется нитроцементацией или цианированием. Нитроцементация осуществляется в специальной установке. Карбюризатором в этом случае служит смесь пиролизного газа и аммиака, а процесс протекает при температуре 530—550°. Такой способ нитроцементации носит название низкотемпературного. Он позволяет не только сохранить твердость закаленных быстрорежущих инструментов, но и значительно ее повысить в поверхностном слое.

Газовая нитроцементация может производиться и при температуре 750—850°, когда совмещается нагрев детали под закалку с процессом нитроцементации. Такой процесс называется высокотемпературной газовой нитроцементацией. Этот способ применяется при изготовлении деталей из конструкционных сталей.

Однако процесс газовой нитроцементации требует сложных установок. Поэтому в инструментальных цехах машиностроительных заводов часто применяется нитроцементация в твердой или жидкой среде. Нитроцементация в твердой среде и жидкостная нитроцементация также могут быть низкотемпературной и высокотемпературной.

Азотирование представляет процесс химико-термического насыщения поверхностного стального слоя азотом. Процесс азотирования осуществляется при температуре 480—600° путем нагрева, выдержки и медленного охлаждения деталей. В инструментальном деле азотирование применяется при изготовлении измерительных инструментов сложной формы.

Такие виды обработки стали повышают поверхностную твердость и износостойкость изготовленного из нее режущего и измерительного инструмента и некоторых деталей приспособлений, работающих на истирание.

6. ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ И МИНЕРАЛОКЕРАМИКА

Металлокерамические твердые сплавы в последнее время очень широко применяются в инструментальном производстве в качестве наиболее стойких материалов для изготовления режущих и направляющих частей инструмента. Особенность этих сплавов состоит в том, что в них отсутствует железо, но в больших количествах содержатся другие металлы. Применение этих сплавов для изготовления инструмента позволило во много раз повысить режимы резания в производстве.

Применяемые в инструментальном деле твердые сплавы по их характеру и назначению делятся на два вида: металлокерамические и наплавочные.

Металлокерамические твердые сплавы изготавливаются спеканием спрессованной порошкообразной массы и выпускаются в виде пластинок различных форм по ГОСТ 2209—55. Эти пластинки закрепляются на режущем инструменте механическим путем или же наплавляются на стальное тело инструмента.

Наплавочные сплавы изготавливаются в виде порошкообразной механической смеси или же литых электродов и наносятся на поверхность инструмента с помощью ацетилено-кислородного пламени или электрической дуги.

Металлокерамические сплавы обладают высокой твердостью и большой тепло- и износостойкостью, что объясняется наличием в

сплавах особых химических соединений металлов с углеродом, называемых карбидами. Металлокерамические твердые сплавы включают в себя три составляющих: карбиды вольфрама, карбиды титана и кобальт. По присутствию этих составляющих в сплавах, последние делятся на вольфрамокобальтовые и вольфрамтитанокобальтовые.

Вольфрамокобальтовые сплавы изготавливаются следующих марок: ВК2, ВК3, ВК6, ВК8 и ВК15. Цифра в обозначении марки сплава означает содержание кобальта в процентах. Чем меньше кобальта в сплаве, тем более тверд и более хрупок этот сплав.

Вольфрамтитанокобальтовые сплавы производятся следующих марок: Т5К10, Т15К6, Т30К4 и Т60К6. Цифры в обозначении марки сплава указывают на содержание карбидов титана и кобальта в процентах. Остальное содержание марки сплава составляют карбиды вольфрама. Чем больше в сплаве карбидов титана, тем выше его износостойкость, но в то же самое время он будет более хрупок.

Вольфрамтитанокобальтовые сплавы применяются для обработки сталей, вольфрамокобальтовые для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов.

Чем меньше кобальта в сплаве, тем больше он пригоден для точной и спокойной работы. Чем больше карбидов титана в сплаве, тем выше его износостойкость, а, следовательно, тем выше его способность обрабатывать точные поверхности на максимально высоких скоростях резания.

Инструментальщику приходится иметь дело не только со сборкой твердосплавных инструментов, но и с заточкой и доводкой твердых сплавов. Нужно иметь в виду, что металлокерамические твердые сплавы обрабатываются очень плохо. Главная трудность в том, что на поверхности сплава легко возникает сетка микротрещин и даже трещин, кроме того процесс обработки слишком длительный. Располагая сплавы в порядке трудоемкости и сложности их обработки, можно сделать вывод, что легче всего обрабатывается сплав ВК15, за ним следует ВК8, ВК6, Т5К10, ВК3, ВК2, Т15К6, Т30К4 и, наконец, Т60К6.

Хрупкость твердых сплавов, их малая теплоемкость и теплопроводность заставляют внимательно следить при изготовлении пластинок, чтобы они не подвергались ударам, резким местным нагревам и охлаждению. Все эти отклонения от правильной обработки приводят к появлению трещин и разрушению пластинок твердого сплава.

Наплавочные твердые сплавы разделяются на зернообразные (вокар, сталинит и стеллит) и литые сплавы (сормайт). Высокая твердость этих сплавов и здесь объясняется наличием карбидов, но в данном случае карбидов хрома, марганца, железа и иногда вольфрама. В отличие от металлокерамических сплавов, во всех напла-

вочных сплавах, за исключением стеллита, карбиды образуются во время наплавки сплава на инструмент.

Наплавочные твердые сплавы применяются для изготовления направляющих режущего инструмента, работающего на высоких скоростях резания, для наплавки токарных центров, кромок ножей безцентровошлифовальных станков, рабочих поверхностей штампов, копирных поверхностей приспособлений и т. п. Нанесение их производится при помощи ацетилено-кислородного пламени или электрической дуги, а наплавка сормайтотом осуществляется только электрической дугой. Перед наплавкой электроды сормайтотом подвергают обмазке, в состав которой включаются флюсы, повышающие качество наплавленного слоя. Чтобы детали не коробились, их предварительно отжигают, а во время наплавки отводят лишнее тепло при помощи теплоемких материалов (меди, воды). Наплавку ведут в шахматном порядке, небольшими прерывающимися участками, начиная ее с большего и заканчивая у меньшего сечения детали.

Особое место среди инструментальных материалов занимает новый минералокерамический материал — **т е р м о к о р у н д**. Его изготавливают из измельченного в тонкий порошок естественного корунда, спеченного в пластинки для режущего инструмента при очень высокой температуре. Теплостойкость термкорунда в 1,5 раза выше, чем теплостойкость твердых сплавов. Это свойство материала позволяет использовать минералокерамические пластинки для скоростного резания металлов. Однако их применяют только на чистовых работах, так как хрупкость пластинок термкорунда значительно выше хрупкости пластинок твердых сплавов. Термкорундовые пластинки еще больше боятся ударов и легко растрескиваются при механической обработке и напайке. По этой причине они применяются, главным образом, в конструкциях инструментов с механическим креплением.

Лучшей маркой минералокерамического материала является термкорунд марки ЦМ-332.

7. КАК МОЖНО ОПРЕДЕЛИТЬ МАРКУ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Данные о действительном химическом составе металла, из которого изготовлена деталь, о ее фактической твердости и прочности, о качестве и характере произведенной термической обработки иногда не доходят до рабочего места слесаря. Однако их знание необходимо, и квалифицированный слесарь может получить с достаточной для производственных нужд точностью необходимые данные, не прибегая к помощи цеховой или заводской лаборатории металловедения. В самом деле, марку стали достаточно точно можно установить по цвету и характеру отлетающих искр при шлифовании. Углеродистые стали дают светложелтые траектории искр с отдельными искрящимися звездочками и чем больше содержание углерода в стали, тем боль-

ше искрящихся звездочек и тем короче светящиеся траектории искр. Стали, легированные вольфрамом, отличаются красным цветом искрового пучка: чем больше вольфрама в стали, тем темнее и краснее пучок искр. Искрящиеся звездочки, характерные для углеродистых сталей, превращаются в этом случае в красные капли. Изменяют характер искры и другие легирующие элементы. Если воспользоваться во время пробы на искру образцами, изготовленными из стали определенных марок, и сравнить характер их искрового пучка с характером искр испытываемой детали, то можно с достаточной уверенностью установить марку ее стали.

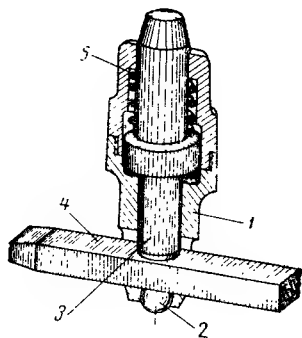
Пластинки металлокерамических твердых сплавов легко могут быть рассортированы по типам сплавов и даже по маркам. Этому помогает знание удельных весов различных марок сплавов, которые приводятся ниже:

Марка	BK3	BK6	BK8	T5K10	T15K6	T30K4
Удельный вес	14,9	14,5	14,6	12,2	11,0	9,5

Вольфрамокобальтовые сплавы можно отличить от титановольфрамокобальтовых с помощью ртути (удельный вес 13,6). Для этого нужно эти сплавы погрузить в ванночку со ртутью. Первый вид сплавов будет погружаться в ртуть, второй — останется на ее поверхности. Марка твердого сплава с достаточной точностью может быть установлена взвешиванием партии пластинок и сравнением полученного результата со средним весом пластинок, указанным в ГОСТ 2209—55.

Твердость стали также может быть установлена непосредственно на рабочем месте. Проверка твердости закаленных сталей тарированным напильником — простой и доступный квалифицированному слесарю способ определения твердости. Для этой же цели можно воспользоваться и ручным прибором для измерения твердости неособенно твердых материалов вдавливанием шарика силой удара (прибор Польди).

Прибор такого типа (фиг. 17) состоит из корпуса 1, шарика 2, бойка 3 и эталонного бруска 4, прижимаемого к шарiku пружиной 5. Для определения твердости, прибор берется в левую руку, устанавливается на деталь и по его бойку 3 наносится удар с помощью ручного молотка. Удар произведет отпечаток поверхности шарика как на детали, так и на эталонном бруске 4. Измерение диаметра такого отпечатка лупой, применяемой для измерения отпечатков по Бринеллю, позволит установить насколько отпечаток на поверхности детали отличается от отпечатка, получен-



Фиг. 17. Прибор для определения твердости вдавливанием шарика с помощью удара.

ного на эталонном бруске 4. С помощью специальных таблиц, прилагаемых к прибору, и данных о твердости эталонного бруска можно определить твердость материала по Бриннелю (H_B).

Если известна твердость по Бринеллю (H_B), то можно определить предел прочности стали при растяжении σ_s , не производя испытаний на разрыв. Для этого нужно воспользоваться существующим соотношением между H_B и σ_s :

$$\sigma_s = 0,36 H_B. \quad (1)$$

Величина вычисленного по этой формуле предела прочности получается приближенной, но достаточно точной для нужд производителя.

Существует целый ряд признаков, позволяющих судить о правильности произведенной термической обработки. Так, например, повышенная твердость отожженной стали позволяет сделать вывод о недостаточном отжиге, а повышенная твердость закаленной стали говорит о недостаточном отпуске или недостаточно высокой температуре отпуска. Температуру же отпуска, при которой производился отпуск, можно часто установить по цвету детали (цвету побежалости). Ниже приведены цвета побежалости, соответствующие определенной температуре отпуска:

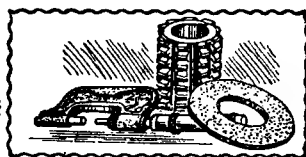
Светло-желтый	220°	Красно-коричневый	265°	Васильково-синий	295°
Соломенно-желтый	240°	Пурпурно-красный	275°	Светло-синий	315°
Коричнево-желтый	255°	Фиолетовый	285°	Серый	330°

По этим же цветам побежалости можно узнать и до какой температуры подвергался нагреву инструмент в процессе его эксплуатации или при его изготовлении. О недостаточном отпуске высоколегированных инструментальных сталей свидетельствует потеря ими магнитных свойств: они перестают притягиваться к магнитным плитам. Точно так же и появление на шлифуемой поверхности закаленной легированной стали сетки трещин, даже при правильно выбранных режимах и характеристиках круга, также может свидетельствовать о недостаточном отпуске или старении.

Слесарь может обнаружить и закалочные трещины, невидимые невооруженным глазом. Закаленная пластинка, брошенная на стальную плиту, издает звенящий звук чистого тона. Если же в ней имеется трещина, звук будет дребезжащим или глухим.

Таков далеко не полный перечень практических сведений и признаков, которые могут позволить квалифицированному рабочему узнать свойства и качества металлов.



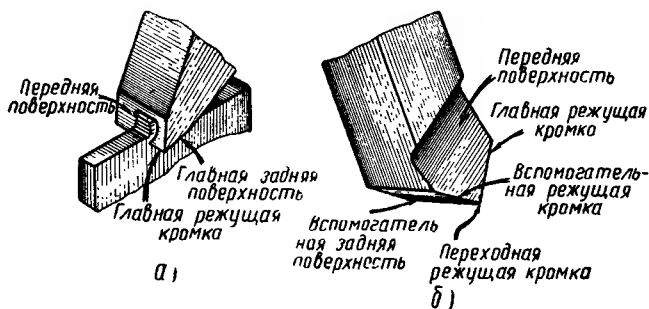


ГЛАВА I

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

1. КАК УСТРОЕНА РЕЖУЩАЯ ЧАСТЬ ИНСТРУМЕНТА

Резание металлов осуществляется особыми орудиями, которые называются режущими инструментами. Режущие инструменты в зависимости от способа снятия металла с поверхности детали имеют различную геометрическую форму и конструкцию. Но тем не менее, каким бы не был процесс резания, каким бы инструментом он не осуществлялся, какие бы силы не приводили инструмент в действие — резание металлов всегда представляет собой один и тот же процесс образования и затем удаления стружки с поверхности дета-



Фиг. 18. Элементы режущей части инструмента:

а — зубила; б — резца.

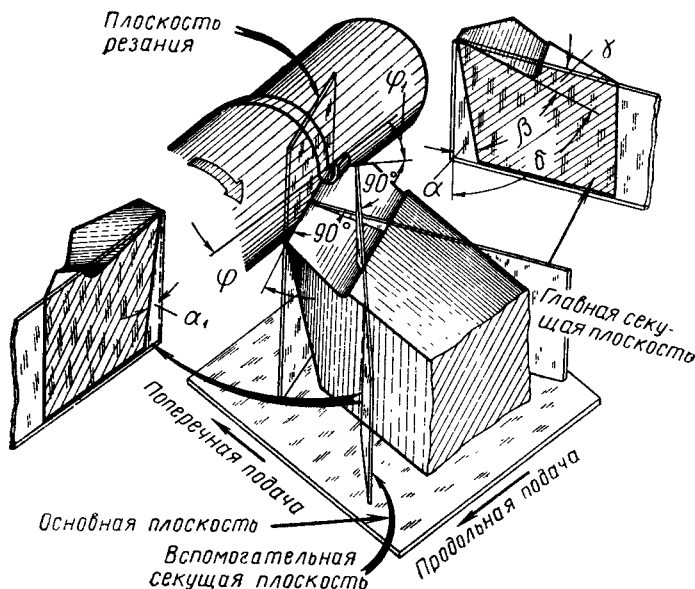
ли. Этот процесс подчинен общим законам резания. Знание законов резания позволяет установить целесообразную форму режущей части инструмента, независимо от того, что приводит его в движение: механический двигатель или мускулы человека.

Что же представляет собой режущая часть инструмента?

Основными элементами режущей части инструмента (фиг. 18) являются: а) передняя поверхность, по которой сходит

стружка; б) главная задняя поверхность, обращенная к обрабатываемому предмету, и в) главная режущая кромка, образованная пересечением передней и задней поверхностями. Взаимное расположение этих элементов образует клиновидную форму тела инструмента в сечении нормальном к его режущей кромке.

Режущая часть самого простого инструмента, как например, слесарное зубило (фиг. 18, а), образуется только двумя упомянутыми поверхностями. У более сложных инструментов (фиг. 18, б), кроме передней и главной задней поверхности, имеются еще и вспомогательные задние поверхности и, соответственно, вспомогательные режущие кромки. Режущие кромки, образованные на стыках сопряжения главных и вспомогательных режущих кромок, называются переходными режущими кромками. Переходные режущие кромки затачиваются по радиусам или как угловые фаски.



Фиг. 19. Углы режущего инструмента

Передние и задние поверхности инструмента располагаются под определенными углами друг к другу, величина и положение которых решающим образом сказываются на процессе резания. Этим углам (углам заточки) присвоены определенные постоянные названия и обозначения, общие для всех инструментов. Обратимся к фиг. 19. По ней можно создать ясное представление об углах режущего инструмента.

Углы заточки резца принято определять по отношению к двум исходным плоскостям: основной плоскости, т. е. плоскости параллельной направлению поперечной и продольной подачи, и плоскости резания, плоскости касательной к поверхности резания и проходящей через режущую кромку.

Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости. К ним относятся:

а) передний угол γ (гамма), т. е. угол между плоскостью перпендикулярной к плоскости резания, проведенной через главную режущую кромку и передней поверхностью инструмента;

б) главный задний угол α (альфа) — угол между главной задней поверхностью инструмента и плоскостью резания;

в) угол резания δ (дельта) или угол между передней поверхностью инструмента и плоскостью резания. Этот угол равен сумме заднего угла α и угла заострения β (бета).

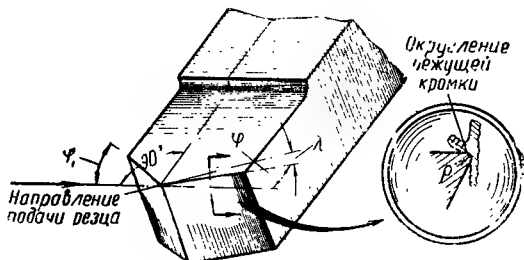
Углы α имеются как у главных, так и у вспомогательных поверхностей. В последнем случае они получают дополнительное название вспомогательных задних углов и обозначаются α_1 .

Фактическая величина углов γ , α и δ зависит не только от заточки инструмента, но и от установки его при обработке детали. Так, например, величина этих углов резко может изменяться в зависимости от угла наклона шабера или зубила по отношению к обрабатываемой поверхности.

В образовании геометрии режущей части инструмента участвуют — угол φ (фи), или угол инструмента в плане, и угол λ (лямбда), или угол наклона главной режущей кромки (фиг. 20). Угол в плане — это угол между проекцией соответствующей режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи инструмента. Такой угол также может быть главным (угол φ) и вспомогательным (угол φ_1).

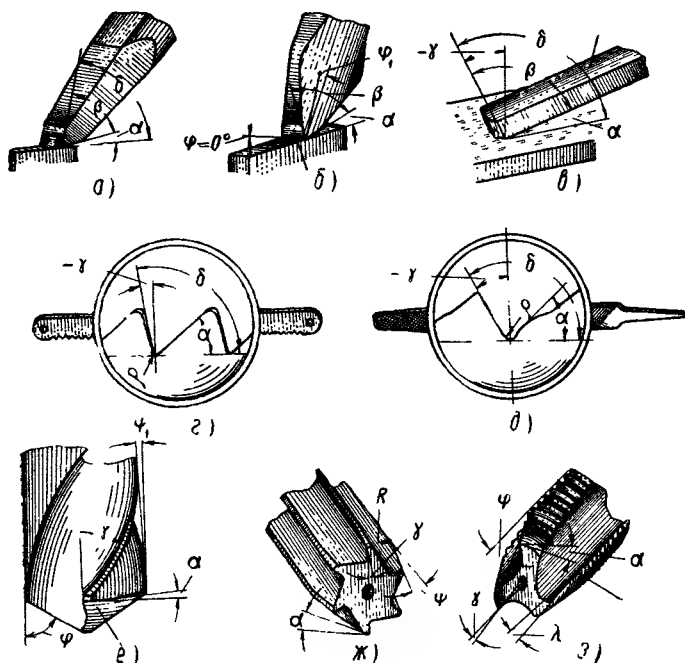
Угол наклона главной режущей кромки — это угол, заключенный между режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости.

Назначение переходных режущих кромок состоит в том, чтобы увеличить стойкость вершины (углового сопряжения двух режущих кромок). Они обычно выполняются в виде скругления R точки сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок, показанного на фиг. 18, либо в виде переходной фаски.



Фиг. 20. Элементы режущей части инструмента.

Особое место в геометрии инструмента занимает радиус округления ρ (ро). Округление ρ , видимое на фиг. 20, специально не создается на инструменте, а получается самопроизвольно. Это происходит потому, что заточить абсолютно остро режущую кромку невозможно, да и у такой кромки очень скоро получилось бы при работе это естественное округление ρ , существенно влияющее на процесс резания и повышение стойкости инструмента.



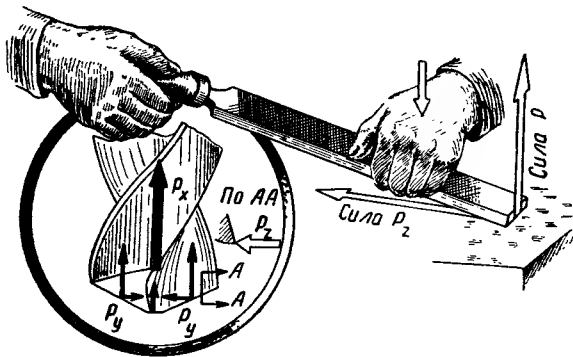
Фиг. 21. Углы режущей части слесарных инструментов:

з — зубила; б — крейцмейселя; в — шабера; г — ножовочного полотна; д — напильника; е — сверла; ж — развертки; з — метчика.

Описанные выше геометрические элементы представляют основу режущей части всех инструментов. На фиг. 21 можно легко найти их в любом слесарном и механическом инструменте.

Теперь рассмотрим значение этих элементов. Нужно выяснить вопрос о том, как эти геометрические элементы влияют на величину сил, действующих при резании, стойкость инструмента и чистоту обработанной поверхности. Чтобы дальнейшее изложение было понятным, вначале расскажем о силах, которые возникают и преодолеваются при резании. Для этого представим процесс пришабривания плоскости (фиг. 22). Чтобы образовать стружку во время при-

шабрения, слесарю приходится вдавливать левой рукой режущую кромку шабера в поверхность детали, а правой рукой жать на его рукоятку, толкая шабер вперед. Таким образом, рабочий преодолевает две силы: силу отталкивания от поверхности металла, которая называется нормальной силой P , и силу сопротивления металла срезанию, называемую силой резания P_z . Очевидно, чем меньше эти силы, тем легче срезать стружку.



Фиг. 22. Силы при резании.

При более сложных процессах резания (при сверлении или развертывании), когда главный угол в плане не равен 0° , то нормальная сила P направлена также наклонно. Поэтому, в этом случае сила P раскладывается на составляющие, одна из которых направлена по радиусу инструмента и называется радиальной силой P_y , а другая — против направления подачи инструмента и называется силой подачи P_x .

Величина всех перечисленных сил непостоянная. Она изменяется в зависимости от многих обстоятельств и, в том числе, на нее влияют и геометрические элементы инструмента.

Теперь мы имеем возможность вернуться к выяснению роли отдельных геометрических элементов. Передний угол γ , пожалуй, один из самых важных элементов инструмента. Чем больше угол γ , тем меньше силы, действующие на инструмент и, особенно, нормальная сила P с составляющими ее силами P_y и P_x . Казалось бы, что в связи с этим следовало бы стремиться к наибольшей величине угла γ . Однако, наблюдая работу ряда инструментов, можно увидеть, что часто угол γ делается, наоборот, минимальным и даже отрицательным. Иногда такая величина переднего угла является следствием особых технологических условий изготовления инструмента. Так, например, у напильников угол γ лежит в пределах от 0 до 12° потому, что при их насаждении трудно получить положительную величину угла. Чаще же всего, и особенно у чистовых слесарных инструментов, величина переднего угла выбирается минимальной, чтобы улучшить чистоту обработанной поверхности. Это особенно ярко проявляется в процессе пришабрения, при котором шабер устанавливается под задним углом α , приблизительно равным 20° , а угол его заострения β чаще всего бывает равным 90° . Следовательно, имея угол резания δ , равный 110° , шабер рабо-

тает не с положительным, а с отрицательным углом γ (-20°). При такой форме режущей части шабер не режет, а скоблит металл. Если бы в данном случае инструмент имел положительный передний угол, то нормальная сила P могла бы быть настолько незначительной, что шабер самопроизвольно врезывался бы в металл глубже, чем это необходимо, или выход его из металла был бы не таким плавным, как это требуется для получения высокой степени чистоты поверхности.

Стремление увеличить размер переднего угла γ с целью уменьшения сил резания резко сказывается на уменьшении прочности инструмента. Чем прочнее обрабатываемый материал, тем меньше должен быть угол γ , потому что его увеличение не снижает давления резания, но зато ослабляет режущую кромку и ухудшает условия отвода тепла, образующегося при резании у этой кромки. При обработке хрупких материалов давление резания передается инструменту ближе к режущей кромке и поэтому требует большей величины угла заострения инструмента β . По этой причине для слесарных зубил рекомендуются, например, такие углы заострения: при обработке мягких материалов 45° , средних 60° и твердых 70° .

Несколько слов о влиянии заднего угла α . Как известно, назначение этого угла состоит в уменьшении трения инструмента об обработанную поверхность. Тем не менее этот угол нельзя считать второстепенным элементом режущей части, только уменьшающим трение. Величина угла α существенно отражается на качестве инструмента. Для тех инструментов, которые срезают тонкие стружки и в связи с этим изнашиваются, главным образом, по задней поверхности, угол α должен быть настолько большим, насколько это позволяют прочность инструмента и условия отвода тепла от его режущей кромки. При большем заднем угле α округление режущей кромки ρ может быть меньше, отсюда могут быть меньше смятие металла при резании, трение о заднюю поверхность и нормальная сила P .

При большей величине угла α меньше изнашивается инструмент и по задней поверхности. Как известно, инструмент работает нормально до тех пор, пока площадка износа на его задней поверхности не превысит определенной ширины.

Существенное влияние на процесс резания оказывает угол в плане φ . Он определяет величину заборного конуса такого инструмента, как сверла, развертки, метчики, плашки. С уменьшением угла φ сильно растет радиальная сила P_y и уменьшается сила подачи P_x . Это свойство угла в плане используется, например, при конструировании ручных разверток, у которых угол φ имеет весьма малую величину, благодаря чему рабочему не приходится прикладывать много силы, чтобы подавать развертку вдоль обрабатываемого отверстия. Наряду с этим, чем меньше угол в плане, тем чище обработанная поверхность и тем выше стойкость инструмента. В связи с тем, что меньшая величина угла φ позволяет срезать

менее толстые и более широкие стружки, при этом увеличивается длина соприкосновения режущей кромки с обрабатываемым материалом, улучшается отвод тепла от режущей кромки и стойкость инструмента повышается. Срезание более тонких стружек уменьшает шероховатость обработанной поверхности и, следовательно, увеличивает ее чистоту.

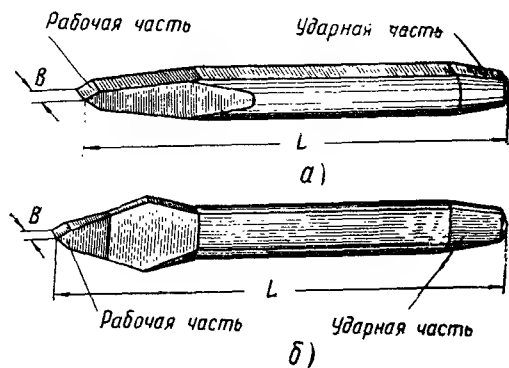
Немаловажную роль в резании играет и величина округления режущих кромок ρ . Чем больше ρ , тем труднее врезаться в поверхность металла, тем больше нормальная сила P , особенно при снятии тонких стружек. Слесарям известно, что малейшее затупление шабера уже требует больших усилий, чтобы врезаться в поверхность металла. Поэтому так часто и тщательно им приходится заправлять режущую кромку этого инструмента.

Таковы краткие сведения об устройстве режущей части инструмента. Они будут полезны слесарю-инструментальщику не только при пользовании инструментом, но окажутся ценными и при изготовлении режущего инструмента.

2. РУЧНОЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Ручной режущий инструмент — это такая группа инструмента, при работе которым оба рабочих движения (движение резания и движение подачи) осуществляются вручную. К самому распространенному инструменту этого типа следует отнести зубила, крейцмейсели, ножовочные полотна, напильники, надфили и шаберы.

Конструкция, размеры и технические условия на изготовление слесарных зубил установлены ГОСТ 7211—54. Согласно этому ГОСТ, слесарные зубила (фиг. 23, а) различаются по длине режущей кромки B и бывают следующих размеров: 5; 10; 15; 20; 25 мм. Наименьшей длине режущей кромки соответствует общая длина зубила $L = 100$ мм, наибольшей $L = 200$ мм.



Фиг. 23. Зубило (а) и крейцмейсель (б).

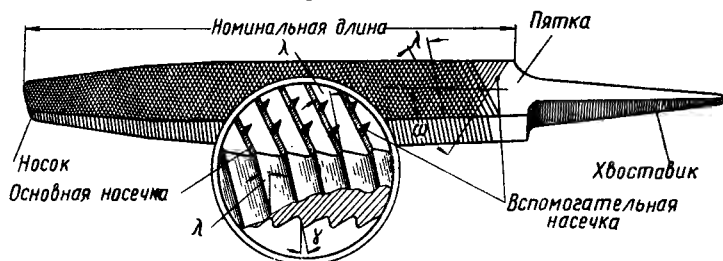
Крейцмейсели (ГОСТ 7212-54) также различаются по длине режущей кромки B (фиг. 23, б) и имеют размеры: 2; 5; 8; 10; 12 и 15 мм. Общая длина их колеблется от 150 до 200 мм.

Материалом для зубил и крейцмейселей служит инструментальная сталь марки У7А или рессорно-пружинная сталь марки 60С2. Рабочая часть этих инструментов закаливается и отпускается до

твердости $52\text{--}57H_{RC}$, а ударная до $H_{RC} = 32 \div 40$. Угол заострения β затачивается по разному и величина его зависит от твердости обрабатываемого материала. Так, для твердых материалов величина угла заострения составляет 70° , для средних 60° и для мягких материалов 45° .

В качестве типичного ручного инструмента для отрезки и резки шпилец находят применение ручные ножовочные полотна, форма, размеры и технические условия, на изготовление которых установлены ГОСТ 6645-53. Ножовочные полотна изготавливаются длиной 300 и 350 мм, а толщиной 0,6 и 0,8 мм. Стандартом установлено четыре различных шага зубьев полотен: 0,8; 1,0; 1,3 и 1,6 мм. Полотна с шагом зубьев 0,8 и 1,0 мм служат для резки тонкостенных трубок и тонких листовых деталей; полотна с шагом 1,3 наиболее пригодны для работы по чугуну и с шагом 1,6 — для работы по мягкой стали. Чем тоньше разрезаемый материал, тем меньше должен быть шаг зубьев этого инструмента. Для облегчения процесса резания зубья полотен разводятся.

Как известно, зубья ножовочных полотен заточке не подвергаются. Поэтому, чтобы стойкость полотна была выше, его зубья выполняются с большим задним углом α , равным $27\text{--}37^\circ$. Это застав-



Фиг. 24. Напильник и его элементы.

ляет изготавливать ножовочные полотна с минимально допустимым передним углом γ в пределах от 0 до 12° . Ножовочные полотна изготавливаются из углеродистой инструментальной стали марок У8—У10 или легированной инструментальной стали марки 9ХС. Твердость из зубьев должна быть в пределах $58\text{--}61 H_{RC}$, а твердость противоположной стороны не выходить за пределы $25\text{--}30 H_{RC}$.

Не менее распространенным ручным инструментом слесаря являются напильники (фиг. 24) и надфили, которые имеют общие конструктивные элементы. Надфили отличаются от напильников, главным образом, размерами и конструкцией хвостовика, имеющего цилиндрическую форму значительной длины. Форма, основные размеры и элементы конструкции напильников установлены ГОСТ 1465-53; надфилей ГОСТ 1513-53. Конструкция плоскопараллельных напильников с зубьями, образованными методом протягивания, дана в ГОСТ 7224-54.

На процесс резания напильниками, как и любым режущим инструментом, непосредственное влияние оказывают геометрические элементы, образующие их зубья. К числу таких элементов относятся уже известные нам углы α , β , γ , δ , угол наклона основной насечки λ (он же угол наклона главной режущей кромки у других инструментов) и угол наклона вспомогательной насечки ω (омега). Углы α , β , γ и δ у всех стандартных напильников постоянны, также постоянны угол λ , равный 20° , и угол ω , принимаемый чаще всего равным 55° . Тем не менее, это вовсе не означает, что принятая у стандартных напильников геометрия одинаково хороша для опиления всех металлов. Исследованиями профессора С. С. Четверикова установлена величина геометрических элементов зубьев напильников в зависимости от материала обрабатываемых деталей (табл. 7).

Таблица 7

Таблица 8

Величина геометрических элементов зубьев напильников

Точность и чистота обработанной поверхности в зависимости от номера насечки напильника

Обрабатываемый материал	α°	β°	γ°	λ°	ω°
Низкоуглеродистая сталь . . .	30	72	-12	40	45
Высокоуглеродистая сталь . . .	30	70	-10	30	50
Чугун	30	60	0	20	60
Латунь.	30	65	- 5	15	30
Бронза	30	60	- 5	45	30
Дуралюминий . . .	30	65	0	50	30

№ насечки напильника	Наименьшие отклонения от размеров плоскости, равной 50 см^2 в микронах	Класс чистоты поверхности
1	150	∇ 3
2	70	$\nabla\nabla$ 5
3—4	30	$\nabla\nabla\nabla$ 7
5—6	15	$\nabla\nabla\nabla$ 8

Помимо геометрических элементов зуба, на процесс резания напильниками оказывает влияние и количество зубьев, приходящееся на 1 см^2 рабочей поверхности. Эта величина непосредственно влияет на чистоту и качество обработанной напильником поверхности и зависит, главным образом, от количества основных и вспомогательных насечек на 1 погонный сантиметр длины напильника, а также от величины углов λ и ω .

Число основных насечек на 1 пог. см служит основой для деления напильников по номерам насечек. В связи с этим, напильники и надфили делятся на 6 номеров по величине насечки: насечка № 1 имеет от 5 до 13 насечек на 1 см длины; насечка № 2 — от 13 до 25; насечки № 3—6 — от 25 до 80. В этой классификации наименьшее число насечек относится к наибольшему размеру напильника, а наибольшее — к напильнику наименьшей длины. Число вспомогательных насечек выбирается в зависимости от числа основных насечек. Чтобы избежать продольных грубых штрихов на обработанной поверхности, число вспомогательных насечек выбирается в за-

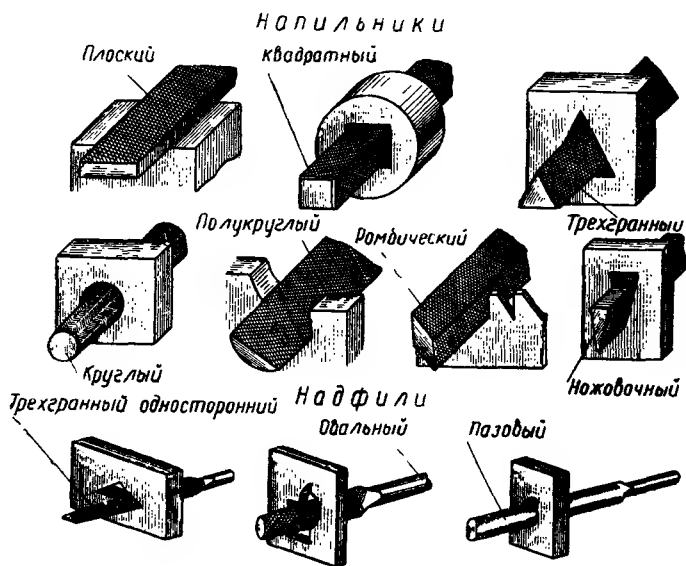
висимости от номера насечки, но устанавливается на 1—5 зубьев меньше, чем число основных насечек. Насечка круглых и полукруглых напильников выполняется продольными рядками, имеющими различно направленные углы наклона насечки (елочкой).

Напильники, выполненные с насечкой № 1, называются драчевыми, напильники с насечкой № 2 — личными, а имеющие насечку с № 3 по № 6 — бархатными напильниками.

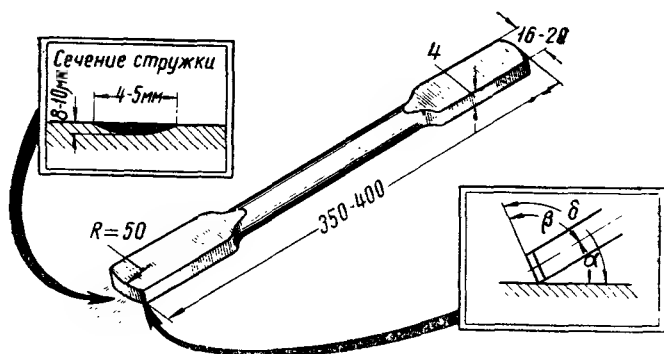
Наиболее производительны драчевые напильники и наименее — бархатные. Если сравнить производительность одинаковых напильников, то можно увидеть, что, например, напильник с насечкой № 2 снимает в единицу времени в 2 раза меньше металла, чем напильник с насечкой № 1; напильник с насечкой № 3 — в 3,2 раза меньше, а напильник с насечкой № 5 — меньше в 5 с лишним раз. Точность и чистота поверхности, обработанной напильниками, в значительной степени зависят от квалификации рабочего. Однако можно установить ориентировочные пределы достигаемой точности и чистоты при работе напильниками определенных номеров насечек (табл. 8).

Наша промышленность изготавливает напильники с номинальной длиной от 100 до 450 мм (см. фиг. 24) и надфили длиной 40, 60 и 80 мм. Материалом для изготовления напильников всех разновидностей служат инструментальные углеродистые стали марок У10—У13А, а также хромистые стали марок ШХ6, ШХ9 и ШХ15. Напильники из хромистой стали работают производительнее по сравнению с напильниками из углеродистой стали. Работая хромистыми напильниками, можно с обрабатываемой поверхности в единицу времени снимать на 15% больше металла. В зависимости от формы обрабатываемой поверхности применяются напильники различных поперечных сечений (фиг. 25).

Наивысшую степень чистоты и точности, какую только можно достигнуть слесарной обработкой, получают шабрением. Процесс шабрения осуществляется особым инструментом, который называется шабером. Если точность поверхности при опиливании напильниками с насечкой № 5—6 не превышает 15 мк, то точность шабрения достигает 4—6 мк. Высокая точность и чистота этого вида обработки объясняется особой формой стружки, снимаемой шабером, ее незначительной толщиной, геометрией режущей части и особенностями конструкции шабера. На фиг. 26 приведена наиболее распространенная конструкция шабера, показаны сечение стружки и углы режущей части шабера. Изображенный на этой фигуре шабер легкий по весу и немного пружинит при резании, что устраняет появление зарезов на шаброванной поверхности. Большой радиус скругления режущей кромки шабера R , равный 50 мм, способствует образованию гладкой поверхности на детали. Углы режущей части такого инструмента, предназначенного для обработки различных материалов, должны несколько отличаться друг от друга. Если принять угол установки шабера α равным 20° , то при



Фиг. 25. Сечения напильников и надфилей.



Фиг. 26. Конструкция шабера.

обработке стали угол β должен быть равным 85° , а угол δ , следовательно, равным 105° . Соответственно эти углы при обработке чугуна и бронзы будут равны 95° и 115° . Это позволяет использовать одну и ту же рабочую часть шабера при обработке как стали, так и чугуна, повертывая его различными поверхностями к обрабатываемой детали.

Материалом для изготовления шаберов служит углеродистая инструментальная сталь марок У12—У13А, закаленная до твердости $H_{RC} = 62 \div 66$. Передняя и задняя поверхность шабера подвергаются тщательной доводке.

Иногда шаберу придается угол β , равный 60° , и радиус скругления режущей кромки 30—40 мм. Такие инструменты используются для предварительного удаления значительных припусков, оставленных под шабрение, и называются *резками*. В качестве материала для изготовления резок применяются легированные и высоколегированные инструментальные стали. Производительность резок в 2—3 раза больше, чем инструмента, применяемого для окончательного пришабривания поверхностей.

3. СТАНОЧНО-РУЧНОЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Слесарю-инструментальщику часто приходится пользоваться другой группой режущего инструмента, применяемой, главным образом, для обработки отверстий и нарезания внутренней и наружной резьбы. Эти инструменты могут приводиться в движение не только руками рабочих, но и механизмами металлообрабатывающих станков. К такому инструменту относятся сверла, зенкеры, развертки, метчики и плашки.

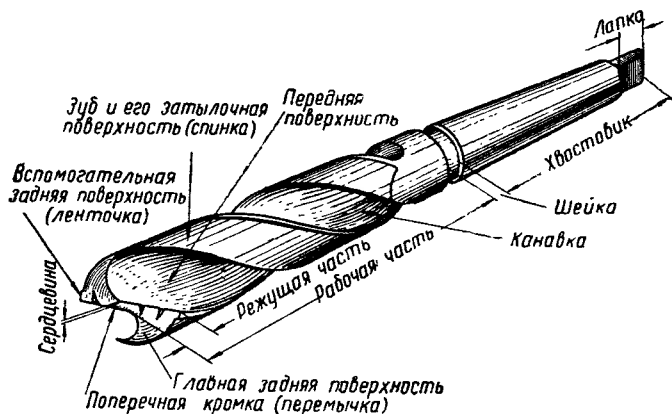
Сверло, зенкер и развертка представляют собой комплекс последовательно работающих инструментов, образующих отверстия любых диаметров, с точностью начиная от 5 класса точности и кончая 2. Применение одного сверла позволяет получить отверстие 5 класса точности, применение сверла и зенкера — отверстие 4 класса, применение сверла, зенкера и развертки — отверстие 3 класса и, наконец, сверлом и двумя развертками (предварительной и чистовой) можно получить отверстие 2 класса точности.

Коротко рассмотрим элементы этого инструмента.

Спиральное сверло (фиг. 27) — представляет собой инструмент цилиндрической формы, на поверхности которого имеются две винтовые канавки, образующие зубья и режущие кромки. Этот инструмент состоит из рабочей части, режущей части, хвостовика и лапки.

Рабочую часть сверла, как видно из фиг. 27, образуют: передняя поверхность, непосредственно отделяющая стружку от детали и преодолевающая силу резания P_z ; главная задняя поверхность, т. е. торцовая поверхность режущей части сверла; вспомогательная задняя поверхность или ленточка, т. е. узкая полоска, выступающая

на наружной поверхности сверла; затылочная поверхность или спинка зуба, т. е. часть наружной поверхности зуба, углубленная с целью уменьшения трения и, наконец, поперечная кромка или перемычка, представляющая собой результат пересечения двух главных задних поверхностей сверла.



Фиг. 27. Спиральное сверло и его элементы.

Поперечная кромка отрицательно влияет на процесс сверления, затрудняя проникновение сверла в изделие и увеличивая силу подачи P_x .

Главный задний угол α спирального сверла (см. фиг. 21) не является постоянной величиной и возрастает по мере приближения к центру сверла. Если на периферии сверла он может быть $7-15^\circ$, то у центра его величина должна доходить до $20-26^\circ$. Переменная величина угла α у сверл достигается их заточкой на специальных сверлозаточных станках.

Передний угол γ — тоже является переменной величиной, которая убывает к центру сверла до отрицательного значения. Величину угла определяет угол наклона винтовой канавки сверла, обычно равный у мелких сверл 18° и доходящий до 30° у сверл более крупных.

Величина угла при вершине сверла 2ϕ (удвоенный главный угол в плане ϕ) зависит от свойств обрабатываемого материала. Для стандартных сверл (ГОСТ 886—41, 887—43 и 888—41) угол 2ϕ принимается равным $116-118^\circ$. Для сверл, обрабатывающих латунь, угол 2ϕ должен быть равным 130° , алюминий или его сплавы 140° , красную медь 125° . Для обработки эбонита или целлулоида угол при вершине сверла должен быть равен 90° .

Чтобы увеличить стойкость сверла и устранить возможность заземления в просверливаемых отверстиях, ему придают, так назы-

ваемую, обратную конусность, т. е. уменьшают диаметр направляющей части по направлению к хвостовику в пределах от 0,03 до 0,1 мм на каждые 100 мм длины инструмента. Обратная конусность создаст вспомогательный угол в плане φ_1 .

Есть несколько способов улучшения конструкции режущей части сверл, повышающих их стойкость: двойная заточка, подточка перемычки и подточка ленточки. Все три способа находят применение для сверл, имеющих диаметр больше 12 мм. Двойная заточка уменьшает угол 2φ у наиболее нагруженного места режущей кромки и, следовательно, увеличивает ее стойкость. Подточка перемычки, которая уменьшает ширину поперечной кромки и резко снижает силу подачи, состоит в образовании у вершины сверла сферических выемок длиной 5—10 мм. Стойкость сверл с такой подточенной перемычкой резко увеличивается. Подточка ленточки заключается в образовании на ней небольшого участка, имеющего дополнительный вспомогательный задний угол α_1 , уменьшающий трение и повышающий стойкость ленточки. Подточка производится путем образования угла $\alpha_1 = 6 \div 8^\circ$ на длине 2—3 мм, с оставлением узкой цилиндрической фаски шириной 0,1—0,2 мм.

Для обработки отверстий 4 класса точности и обработки отверстий под развертывание по 3 классу применяются особые инструменты с 3 или 4 зубьями, называемые *зенкерами*. Их работа подобна работе сверла, примененного для рассверливания отверстия, с той разницей, что увеличенное количество зубьев зенкера улучшает направление этого инструмента в отверстии, обеспечивает повышенную чистоту обработки и некоторый рост производительности.

Конструкцию зенкера характеризуют такие геометрические элементы режущей части: задний угол $\alpha = 8 \div 10^\circ$; передний угол γ , в зависимости от механических свойств обрабатываемых металлов, может быть равным от 5° до 30° ; угол при вершине $\varphi = 45 \div 60^\circ$.

ГОСТ 1677-53 делит зенкеры на два типа:

а) зенкер № 1, применяемый для предварительного зенкерования отверстий. Его исполнительные размеры меньше номинального размера обрабатываемого отверстия и гарантируют оставление припуска под развертку;

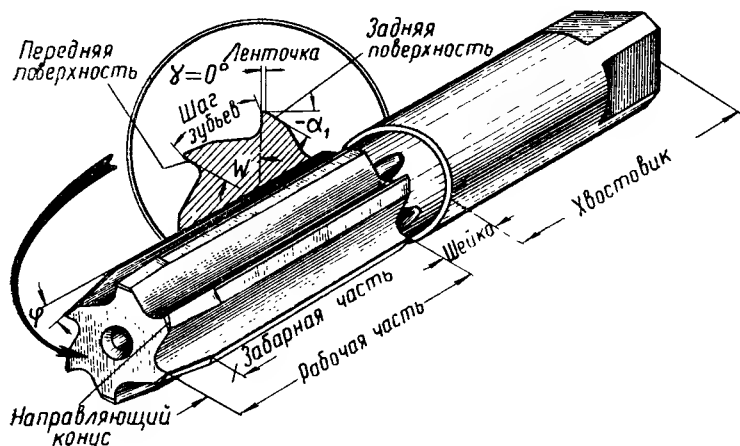
б) зенкер № 2, применяемый для окончательной обработки отверстий 4 класса точности. Его исполнительный диаметр несколько превышает номинальный размер отверстия с целью создания запаса на износ инструмента.

Обработка отверстий в твердых материалах производится сверлами и зенкерами, оснащенными пластинками твердого сплава. Размеры твердосплавных сверл и их конструкция установлены ГОСТ 6647—53, а размеры твердосплавных зенкеров — ГОСТ 3231—46.

Широко применяется в слесарном деле такой инструмент, как *развертки*. Разверткой (фиг. 28) называется многолезвийный режущий инструмент, используемый для предварительной и окончатель-

ной обработки цилиндрических и конических отверстий с высокими требованиями к чистоте и точности.

Процесс развертывания осуществляется при вращательном движении инструмента или детали и поступательном движении инструмента (его подаче).



Фиг. 28. Ручная развертка.

Изображенная на фиг. 28 ручная развертка состоит: из рабочей части, имеющей направляющий конус, заборную и калибровочную часть, хвостовика, при помощи которого инструмент приводится в движение, и шейки, соединяющей рабочую часть с хвостовиком. Наименования отдельных поверхностей, образующих зуб развертки, такие же, как и у ранее рассмотренного инструмента.

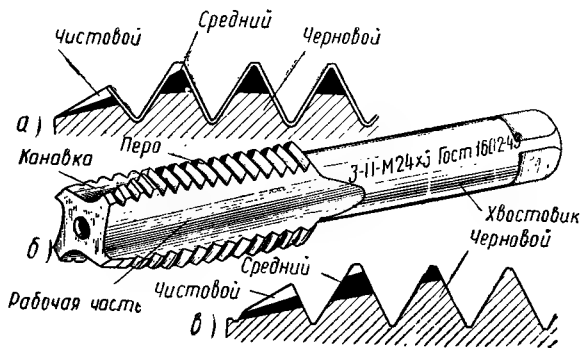
Важнейшими геометрическими элементами рабочей части развертки являются: диаметр калибрующей части, передний угол γ , задние углы α и α_1 , ширина цилиндрической ленточки, угол при вершине (угол заборной части) φ , направление и угол наклона винтовых канавок ω и, наконец, угловой шаг между зубьями w . Диаметр калибрующей части определяет размер развертываемого отверстия. Он делается на 0,005—0,008 мм меньше наибольшего предельного размера обрабатываемого отверстия.

Чтобы развертка давала чистую и гладко обработанную поверхность, ее передний угол γ выполняется возможно ближе к 0° , а у разверток с пластинками твердого сплава даже бывает отрицательным (от -3 до -5°). Задние углы разверток α и α_1 , как правило, не превышают 8° . На калибрующей части развертки между передней поверхностью зуба и задней, образуемой углом α_1 , оставляется цилиндрическая ленточка шириной 0,1—0,2 мм, улучшающая направление развертки в отверстии и выглаживающая его поверхность.

Влияние малой величины угла φ на улучшение чистоты поверхности и снижение силы подачи P_x нам уже известно. Для улучшения работы ручных разверток угол φ у них делается равным от $0^\circ 30'$ до $1^\circ 30'$.

Развертки всех типов могут быть выполнены как с прямыми, так и с винтовыми канавками. Обыкновенные праворежущие развертки, т. е. развертки, вращаемые при резании (если смотреть на них со стороны хвостовика) по часовой стрелке, делаются с левыми винтовыми канавками. Развертки же с винтовыми канавками применяются, главным образом, при обработке прерывистых отверстий.

Угловой шаг между зубьями разверток w делается неравномерным. Неравномерность шага устраняет возможное появление огранки в отверстиях. Разбивка углового шага делается так, чтобы противоположные режущие кромки зубьев лежали строго в диаметральных точках наружной поверхности развертки.



Фиг. 29. Конструкция ручных метчиков.

Ручные метчики и круглые плашки также являются распространенным слесарным инструментом и служат для нарезания внутренней и наружной резьбы.

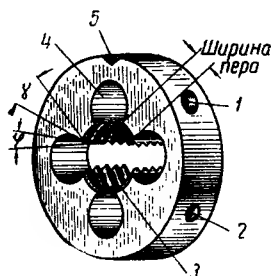
Метчик (фиг. 29, б) представляет собой закаленный винт, снабженный продольными канавками, образующими режущие поверхности. Этот инструмент также состоит из ра-

бочей части, объединяющей в себе заборную и калибрующую части, и хвоста. Величина переднего угла у метчиков γ зависит от степени твердости и вязкости обрабатываемых материалов и находится в пределах от 0 до 15° . Для твердых и хрупких материалов угол γ меньше, а для мягких и вязких — больше. Задний угол заборной части метчика α бывает равным $4-8^\circ$, а задний вспомогательный угол (на калибрующей части) α_1 принимается равным 0° или выполняется в виде небольшого падения задней поверхности в пределах $0,02-0,05$ мм на всю ширину пера.

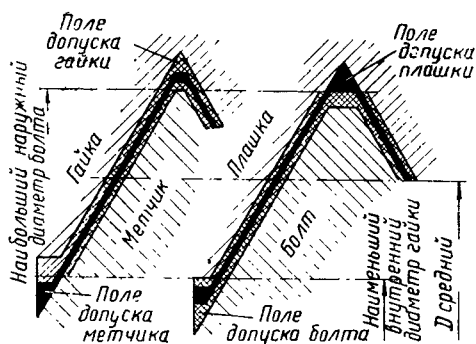
Большое влияние на работу метчика оказывает угол заборной части φ . Чем больше этот угол, т. е. чем короче заборная часть, тем больше сила, нужная для вращения метчика. Чтобы уменьшить трение метчика о поверхность нарезаемой резьбы, калибрующую часть метчика выполняют с постепенным уменьшением всех трех

диаметров резьбы по направлению к его хвостовику, создавая вспомогательный угол в плане φ_1 . Величина этого уменьшения, т. е. обратная конусность, делается равной 0,01—0,03 мм.

Значительные силы резания, возникающие при работе метчика, заставляют распределять работу между двумя или тремя метчиками, составляющими комплект. В комплект входят черновой, средний и чистовой метчики. Комплекты из двух метчиков состоят из чернового и чистового. Распределение работы между метчиками комплекта может быть осуществлено по двум схемам: цилиндрической (фиг. 29, а) и конической (фиг. 29, в). Сущность обеих схем ясна из этих фигур. Чаще всего используется цилиндрическая схема распределения работы.



Фиг. 30. Круглая плашка.



Фиг. 31. Расположение полей допусков резьбонарезного инструмента.

Конструкция ручных метчиков для основной метрической резьбы и дюймовой резьбы определена ГОСТ 1602—43 и 1603—43. Конструкция машинных метчиков — ГОСТ 3266—54. ГОСТ 7250—54 устанавливает четыре степени точности метчиков для шлифованных С и Д, позволяющие нарезать резьбы 2 класса точности; для нешлифованных Е и Н, позволяющие нарезать резьбы 3 класса.

Плашками (фиг. 30) называется режущий инструмент для нарезания наружной резьбы. Круглая плашка, изображенная на фигуре, представляет собой цилиндрическую гайку с резьбой, диаметр и шаг которой соответствуют резьбе детали. На ее наружной поверхности имеются конические углубления 1 и 2 для крепежных и регулировочных винтов, а также паз 5 для разжимного винта. Края стружечных отверстий 4, пересекаясь с поверхностью резьбы плашки, образуют режущие перья 3. Работа круглой плашки подобна работе метчика, так же, как и назначение отдельных ее режущих элементов.

Все описанные конструкции резьбонарезного инструмента переносят размеры своей резьбы на детали. Поэтому ее исполнительные размеры должны гарантировать получение размеров детали в

заданных допусках. Однако это возможно только тогда, когда поля допусков резьбонарезного инструмента будут располагаться в пределах поля допуска детали. Такое расположение полей допусков резьбы метчиков и плашек приведено на фиг. 31. Слева на фигуре показаны поле допуска гайки и, залитое черным, поле допуска метчика. Поле допуска метчика располагается примерно в центре допуска гайки и гарантирует запасы на разбивку резьбы и на износ метчика при нарезании. В правой части фигуры дана соответствующая схема для болта и плашки.

ГЛАВА II

АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

1. ЧТО ТАКОЕ АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Уже давно появились инструменты, которые обрабатывают самые твердые материалы.

Обработка таких материалов (закаленная сталь, твердые сплавы) ведется особыми режущими инструментами, изготовленными из зерен минералов, близких по своей твердости предельно твердому веществу — алмазу. Их называют абразивными инструментами.

Абразивный инструмент получил название от иностранного слова, означающего «соскабливание». Соскабливающее или истирающее действие минералов известно с древнейших времен, а наиболее совершенный абразивный инструмент древности — точило из кварца или песчаника — дожил до наших дней и применяется для заточки инструментов из углеродистой инструментальной стали. «Соскабливание» абразивным инструментом по существу представляет также процесс резания металлов.

Материалом для изготовления современного абразивного инструмента чаще всего служат самые твердые, полученные искусственным путем, минералы: электрокорунд, карбид кремния, карбид бора и некоторые минералы естественного происхождения — наждак, корунд и кварцевый песок. Как видно из фиг. 32, твердость абразивных материалов намного превосходит твердость обрабатываемых деталей и значительно выше твердости таких материалов, как металлокерамические твердые сплавы. Наиболее твердым материалом является карбид бора.

Что же представляют собой абразивные материалы.

Наждак — материал, получаемый из особой горной породы, состоящей из смеси корунда и магнезита (железной руды). Для изготовления абразивных кругов и брусков наждак в последнее время почти не применяют. Его используют, главным образом, в виде

порошка для изготовления шлифовальной шкурки. Наждак условно обозначается буквой Н.

Корунд — это окись алюминия. В чистом виде он встречается редко. Вязкость его обеих разновидностей (корунда сероватого и желтоватого цвета) незначительная и поэтому корундовые инструменты используются только для работ, при которых их зернам не приходится выдерживать больших усилий. Естественный корунд обозначают буквой Е.

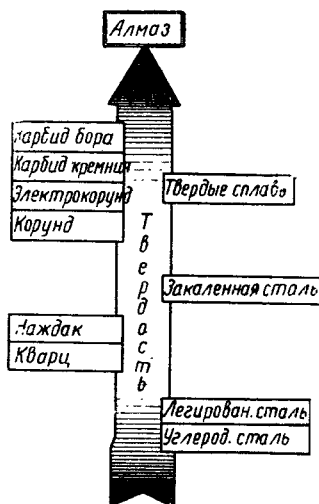
Кварцевый песок, представляющий собой кристаллизованную кремневую кислоту, используется для изготовления ведущих кругов для бесцентрошлифовальных станков. Обозначается буквой П.

Важно отметить, что в настоящее время природные абразивные материалы почти вышли из употребления как материалы для изготовления шлифовальных кругов, уступив место более качественным искусственным материалам. К искусственным материалам относятся: электрокорунд, монокорунд, карбид кремния, карбид бора.

Электрокорунд, или искусственный корунд, представляет продукт плавки глины в электрических печах и имеет три разновидности.

Нормальный электрокорунд, содержащий 86—91% окиси алюминия и окрашенный в светлые и темнокоричневые тона. Его зерна, имеющие значительную вязкость, вполне пригодны для обработки твердых и прочных материалов: углеродистых сталей, закаленных и незакаленных и даже высоколегированных сталей. Электрокорунд условно обозначают буквой Э.

Белый и розовый электрокорунды были ранее известны под названием корракса. Они изготавливаются из высококачественного сырья — глинозема, представляющего чистую окись алюминия. Такие материалы содержат 96—99% чистой окиси алюминия и служат для изготовления высококачественного абразивного инструмента, производящего чистовую обработку закаленной углеродистой инструментальной стали, низколегированной быстрорежущей стали и выполняющего резьбошлифование. Зерна белого электрокорунда обладают высокой твердостью, но несколько меньшей вязкостью по сравнению с зернами нормального электрокорунда и поэтому применяются для работы с меньшей глубиной шлифования (для отделочных работ) или для шлифования весьма твердых поверхностей (азотированной поверхности, поверхности сормаита



Фиг. 32. Твердость абразивных обрабатываемых материалов.

и др.). Абразивный инструмент из белого электрокорунда маркируется буквами ЭБ.

Монокорунд является новым абразивным материалом и содержит не менее 97% чистой окиси алюминия. По своей твердости, прочности и режущей способности превосходит электрокорунд нормальный и белый. Он является неплохим материалом для скоростного шлифования закаленных сталей. Условно маркируется буквой М.

Карбид кремния, или карборунд, представляет собой химическое соединение углерода и кремния. Существует две его разновидности: черный карбид кремния, окрашенный в черные или темно-синие тона, и зеленый (карборунд «экстра») — блестящий материал различных зеленых оттенков. Черный карбид кремния менее чист по химическому составу, чем зеленый, однако они оба незначительно отличаются друг от друга по их свойствам. Зерна этих абразивных материалов отличаются особенно острыми режущими кромками, высокой твердостью, но малой вязкостью и, следовательно, большой хрупкостью. По этой причине карбид кремния применяется для обработки материалов не высокой прочности (алюминия, меди, латуни, чугуна, бронзы). Хорошие результаты дает обработка инструментами из черного карбида кремния неметаллических материалов: мрамора, фарфора, фибры, резины, стекла. Зеленый же карбид кремния применяется, главным образом, при обработке металлокерамических твердых сплавов. Черный карбид кремния маркируется буквами КЧ, а зеленый КЗ.

Карбид бора — самый твердый из искусственных абразивных материалов. Его получают в электрических печах из борной кислоты и нефтяного кокса. Для изготовления абразивного инструмента карбид бора пока не используется и применяется только для доводки твердых сплавов.

Открытие способов производства искусственных абразивных материалов позволило создать современный абразивный инструмент, способный обрабатывать самые твердые инструментальные и машиностроительные материалы. Наибольшее распространение получил абразивный инструмент, изготавливаемый в виде абразивных кругов и абразивных брусков.

Абразивный круг представляет собой пористое тело, состоящее из твердых зерен абразивных материалов, связанных друг с другом цементирующим веществом.

Еще и сейчас абразивный круг иногда называют «камнем». Это название сохранилось от тех далеких времен, когда для шлифования пользовались естественными горными породами, выделявая из них точила. Теперь же абразивный круг или брусок представляют собой совершенные, сложные и удивительные инструменты. Слесари издавна мечтали об инструменте, который не нужно было бы перетачивать, заправлять, чтобы он работал долгое время как новый. Мечта о таком инструменте казалась несбыточной. Но вот перед на-

ми абразивный круг и абразивный брусок — самозатачивающиеся инструменты. Они обладают способностью в течение долгого времени сохранять режущие свойства.

Абразивный круг, как мы уже сказали, состоит из твердых абразивных зерен. Эти зерна служат резцами, при помощи которых снимается стружка с обрабатываемой поверхности металла. При этом абразивные зерна постепенно затупляются и в результате давление на них обрабатываемого металла все более возрастает. Когда эти усилия достигают предельной величины, абразивные зерна выкрашиваются, близлежащие участки связки разрушаются, и на поверхности круга появляются новые абразивные зерна. Данный процесс принято называть самозатачиванием круга.

Нарушение нормальных условий работы круга, как-то: несоответствие его твердости обрабатываемому материалу, неправильные режимы резания и т. д., приводят к ускоренному и неравномерному износу круга. Неравномерный износ круга обусловлен и неоднородностью структуры, т. е. неодинаковым расположением в нем абразивных зерен и связующего вещества, различными размерами абразивных зерен и их остротой, а также неодинаковой прочностью сцепления отдельных зерен со связующим веществом и т. д. В результате неравномерного износа на круге образуются местные впадины и выпуклости, и круг теряет правильную геометрическую форму.

Следует отметить, что, даже несмотря на самозатачивание круга, часто происходит «затупление» круга, а при обработке вязких и мягких металлов и его засаливание. Поэтому для восстановления правильной геометрической формы круга и его режущих способностей он нуждается в периодической правке.

Для правки кругов широко применяют алмаз. Однако применение алмаза экономически невыгодно и далеко не всегда необходимо с технологической точки зрения. Поэтому, где это возможно, правку кругов ведут алмазозаменителями. Нашей промышленностью для этой цели выпускаются абразивные (круги АЗ и круги из карбида кремния) и твердосплавные алмазозаменители.

В обоих случаях, как при правке круга алмазом, так и алмазозаменителями необходимы следующие условия. Абразивный круг должен быть тщательно сбалансирован, а шпиндель, на котором укреплен круг, не должен иметь люфта в подшипниках. Механизмы подачи должны действовать легко, без заеданий. Приспособление для правки должно быть жестко закреплено на станке и не иметь вибраций. Правку круга рекомендуется вести на оборотах круга, соответствующих рабочим.

Для грубой и предварительной правки шлифовальных кругов применяются стальные и чугунные алмазозаменители в виде звездочек, гофрированных дисков, фасонных роликов. Такие заменители может легко изготовить любой инструментальный цех. Практика по-

казала, что при правке такими заменителями режущие свойства круга получаются выше, чем при правке кругами АЗ и твердосплавными дисками.

2. ПАСПОРТ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Свойством самозатачивания обладает не всегда и не весь абразивный инструмент. Это свойство проявляется только тогда, когда правильно выбрана характеристика абразива, соответствующая данным условиям работы. Если же абразивный инструмент выбран не той характеристики, то работа им приведет или к преждевременному износу круга, или к его затуплению. Работа затупившимся абразивным инструментом вызывает, так называемое, дробление, прижоги (темные пятна цветов побежалости от чрезмерного нагрева), увеличение сил, необходимых для резания, и сопровождается особым шумом. Часто из-за неправильно выбранной характеристики стружка обрабатываемого материала втирается в поверхность абразивного инструмента, «засаливает» ее и вместо шлифования начинается вредная работа трения.

Посмотрим, в чем состоит характеристика абразивного инструмента. Характеристика абразивного инструмента, или его паспорт, включает в себя данные об абразивном материале, о величине его зерен, о материале связки, о ее твердости, о структуре инструмента и, наконец, о его форме и размерах.

О материалах абразивного инструмента мы уже говорили. Однако один абразивный материал еще не характеризует работоспособность инструмента. Важно знать, кроме того, величину его зерен, т. е. зернистость абразивного инструмента. Зернистость обозначается номерами от 10 до 320 и далее от М28 до М5. Номер зернистости соответствует числу отверстий, расположенных на линейном дюйме (25,4 мм) сита, через которое просеиваются зерна после их измельчения. Чем меньше номер зернистости, тем крупнее зерна. Номера зернистости микропорошков (М28—М5) характеризуются не размерами ячейки сита, а наибольшей величиной зерна. Поэтому микропорошок с большей цифрой в обозначении более крупнозернист.

Крупнозернистый инструмент с номерами 12, 14, 16, 20, 24, 30 и 36 применяется для обдирочного шлифования с ручной подачей, среднезернистый — 46, 54, 60 и 80 — для предварительного шлифования и заточки инструмента. Мелкозернистые круги с номерами 100, 120, 150 и 180 и тонкозернистые — с номерами 220, 240, 280, 320, М28 и М20 служат для шлифования резьбы, а также для профильного и отделочного шлифования.

При подборе абразивного инструмента следует учитывать, что чем больше опасность засаливания круга и поверхность соприкосновения инструмента с деталью, чем, наконец, мощнее станок, тем более крупную зернистость должен иметь абразивный инструмент.

В паспорт абразивного инструмента неразрывно входит и его характеристика по связке. Как известно, абразивные зерна в инструменте связаны друг с другом в единое целое при помощи связки. Наиболее употребительны керамическая, бакелитовая и вулканитовая связки; реже применяются связки силикатная и магнезиальная.

Для абразивного инструмента с керамической связкой связующим веществом служат, главным образом, огнеупорная глина и полевой шпат. Круги на такой связке отличаются высокой пористостью, хорошо отводят тепло и легко режут металл, однако их прочность на разрыв не велика и составляет около $1,5 \text{ кг/мм}^2$. Насколько мала эта прочность можно себе представить, если вспомнить, что самая меньшая прочность стали в двадцать раз больше прочности керамической связки. В связи с этим, наибольшая скорость вращения керамического абразивного круга не должна превышать 35 м/сек . Следует все же сказать, что керамическая связка является самой распространенной и допускает работу как всухую, так и с охлаждением. Условно эта связка обозначается буквой К.

Бакелитовая связка представляет собой искусственную жидкую или порошкообразную смолу, называемую бакелитом. Бакелитовая связка характеризуется несколько большей прочностью на разрыв ($1,8 \text{ кг/см}^2$) и поэтому допускает окружные скорости до 40 м/сек . Абразивный инструмент, изготовленный на этой связке, применяется при обдирочных работах и отрезке, а также при плоском шлифовании. Он дает более чистую шлифованную поверхность и не прижигает последней, так как при работе им меньше теплообразование. Однако круги на бакелитовой связке имеют повышенный износ, меньшую пористость, легко разрушаются щелочными охлаждающими растворами и отличаются невысокой огнестойкостью (бакелит выгорает при 300°C). Связку обозначают буквой Б.

В абразивном инструменте на вулканитовой связке связующей основой служит вулканизированный каучук органического происхождения. Инструмент на этой связке может быть изготовлен очень тонким и плотным и использоваться на прорезных и отрезных работах, при профильном и бесцентровом шлифовании, а также на заточке пил. Вулканитовая связка еще менее огнестойка и выгорает уже при температуре 150°C . Ее обозначают буквой В.

Несколько ранее было рассказано о твердости абразивных материалов. Теперь познакомимся с другим, не менее важным понятием — твердостью абразивного инструмента. Дело в том, что под твердостью абразивного инструмента понимается способность его связки сопротивляться вырыванию абразивных зерен из массы инструмента под влиянием действующих на зерна внешних сил.

Твердость абразивного инструмента имеет свои условные обозначения, а именно:

Твердость	Обозначения
Мягкие	M1, M2, M3
Среднемягкие	CM1, CM2
Средние	C1, C2
Среднетвердые	CT1, CT2, CT3
Твердые	T1, T2
Весьма твердые	BT1, BT2
Чрезвычайно твердые	CT1, CT2

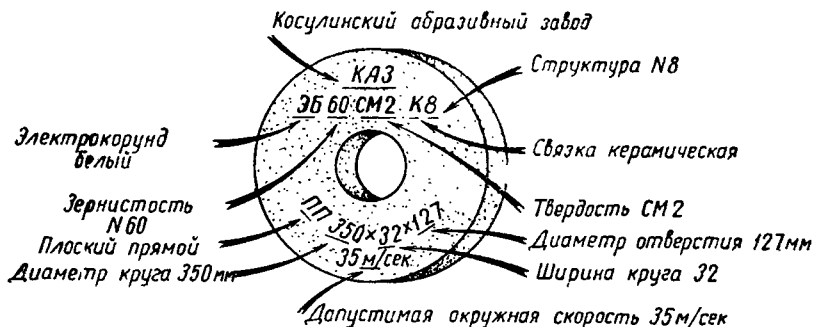
Влияние твердости абразивного инструмента на процесс шлифования оказывается противоречащим сложившемуся представлению о том, что для обработки более твердых материалов нужны более твердые инструменты. Здесь наоборот: твердые абразивные инструменты применяют для мягких материалов; мягкие — для твердых материалов. Исключение составляет шлифование меди, алюминия и латуни, осуществляемое мягкими абразивными инструментами. Такой выбор твердости объясняется тем, что при шлифовании твердых материалов абразивные зерна быстрее затупляются и, следовательно, должны быть скорее удалены, чтобы уступить место новым более острым зернам абразивного инструмента. При шлифовании меди и алюминия также необходим ускоренный износ круга, чтобы избежать «засаливания» его поверхности. Абразивный инструмент должен быть тем мягче, чем больше поверхность его соприкосновения с деталью, чем больше его рабочая скорость и чем больше сьем металла. При ручной работе абразивный инструмент выбирается более твердым, чем при механической. Мелкозернистые абразивные инструменты должны быть менее твердыми, чем крупнозернистые. Сухое шлифование, т. е. шлифование без охлаждения требует применения более мягкого абразивного инструмента. Мягкие круги дают более чистую поверхность при шлифовании.

Важное влияние на работу абразивного инструмента оказывает его структура. Под этим понятием кроется фактическое расстояние между отдельными абразивными зернами круга, величина которого может быть отрегулирована количеством и размером пор и количеством связки. Структуры бывают плотные № 0, 1, 2 и 3, средние № 4, 5, 6, 7 и открытые № 8, 9, 10, 11 и 12. Чем больше номер структуры, тем больше и расстояние между отдельными зернами абразива. Абразивный инструмент с плотными структурами применяется для грубой обработки. Открытые структуры находят применение в тех случаях, когда контакт абразивного инструмента с деталью происходит на большой поверхности, как это имеет место, при внутреннем или плоском шлифовании. Поэтому при плоском шлифовании более подходит открытая структура № 8, а при наружном круглом шлифовании — средняя структура № 5.

В настоящее время применяется абразивный инструмент с еще более открытыми структурами (структуры 13—18), носящий название высокопористого. Высокопористые абразивные инструменты значительно легче структурных, так как величина пор в этом случае

всегда больше, чем величина абразивного зерна. При работе таким инструментом создается усиленный, охлаждающий поверхность, приток воздуха, позволяющий осуществлять процесс шлифования на высоких режимах резания.

Высокопористый абразивный инструмент служит инструментом для скоростного шлифования.



Фиг. 33. Паспорт шлифовального круга.

Подводя итог изложенному, разберем пример маркировки шлифовального круга, приведенный на фиг. 33. Эта маркировка наносится на его поверхность темной краской заводом, изготовляющим абразивные инструменты. Ее содержание и есть паспорт абразивного инструмента. Приведенная на этой фигуре маркировка имеет отношение к кругу для обычного шлифования. Скоростные же круги имеют дополнительную надпись «скоростной» и полосу, нанесенную красной краской.

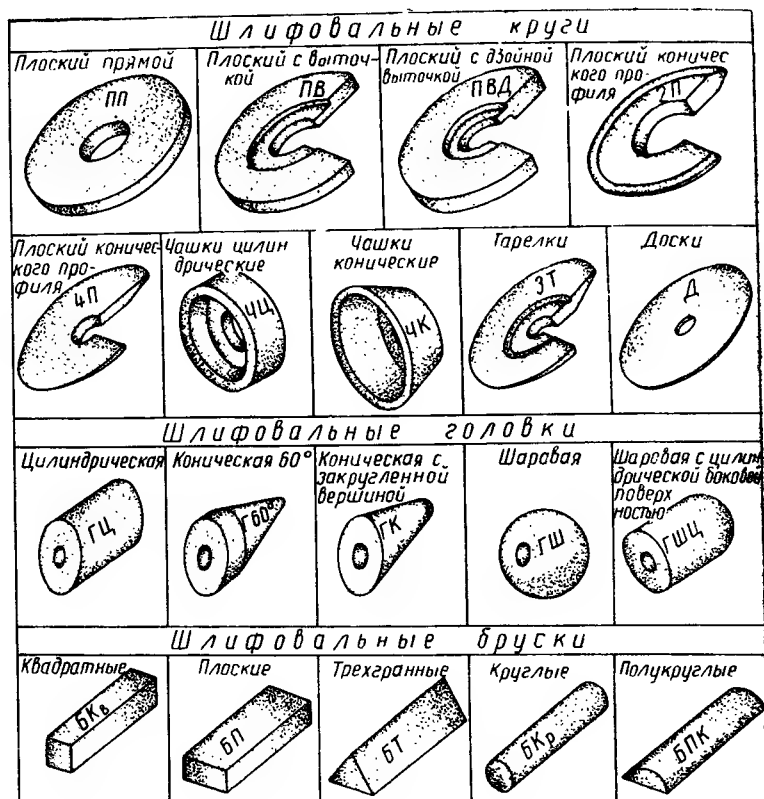
3. ФОРМА И РАЗМЕРЫ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Рассматривая паспорт абразивного инструмента, можно обнаружить, что неперменной принадлежностью его характеристики являются данные о его форме и размерах. Форма и размеры абразивного инструмента установлены следующими государственными стандартами: круги шлифовальные — ГОСТ 2424—52; головки шлифовальные — ГОСТ 2447—52; бруски Шлифовальные — ГОСТ 2456—52.

Согласно этим стандартам, абразивный инструмент имеет 36 форм. Самые распространенные из них изображены на фиг. 34.

Шлифовальные круги по действующим стандартам изготавливаются диаметрами от 1 до 1100 мм, шлифовальные головки — от 4 до 40 мм, а бруски имеют сечения от 6 до 40 мм. Выбор формы и размеров абразивного инструмента зависит от характера работы и размеров станка; имеющаяся номенклатура форморазмеров позволяет применять их для самых различных работ. Так, шлифовальные

круги формы ПП оказываются пригодными для большинства видов шлифования; формы ЧЦ и ЧК — для плоского шлифования торцом круга и заточки инструмента; шлифовальные головки — для обработки поверхностей штампов и прессформ; бруски — для ручного шлифования и хонинговальных работ.



Фиг. 34. Абразивный инструмент.

4. ШЛИФОВАЛЬНЫЕ ПОРОШКИ И ПАСТЫ

Доводка и полирование поверхностей осуществляется порошками карбида бора, карбида кремния, электрокорунда, корунда, наждака, окиси хрома, прокаленной окиси железа или крокуса, окиси алюминия. Порошки, применяемые для этих целей, носят название абразивно-доводочных материалов.

Применение абразивно-доводочных материалов имеет свои особенности. Дело в том, что абразивно-доводочные материалы могут быть и тверже, и мягче обрабатываемого материала. К твердым

материалам относятся карбид бора, карбид кремния, электрокорунд и наждак. Свойство твердых абразивных доводочных материалов, определяющее скорость, с которой производится доводка, носит название абразивной способности. Чем тверже материал шлифовального порошка, тем больше его абразивная способность, и следовательно, тем скорее обрабатывается деталь. Однако абразивная способность зависит не только от твердости зерен, но и от их остроты и вязкости. Если абразивную способность алмазного порошка принять за 100 %, то у других материалов она выразится так:

Карбид бора	50%
Карбид кремния зеленый	28%
Карбид кремния черный	25%
Электрокорунд белый	12%
Электрокорунд нормальный	10%
Наждак	3%

Производительность доводки шлифовальными порошками, изготовленными из твердых материалов, зависит от их зернистости. Чем крупнее зерно, тем скорее идет доводка, однако, поверхность при этом получается менее чистой. Это обстоятельство заставляет для предварительной доводки применять шлифовальные порошки № 220, 240, 280 и 320, а для окончательной — микропорошки М28, М20, М14, М10 и М7.

Возникает вопрос: каким же образом удастся зернам мягких доводочных материалов удалять с обрабатываемой поверхности частицы более твердых материалов? Оказывается, что в этом нет ничего удивительного. Процесс доводки мягкими доводочными материалами состоит в том, что вещества, при помощи которых производится доводка, химически действуют на поверхность металла, образуя более мягкую тонкую пленку, которая затем сцарапывается абразивными зернами. После этого пленка образуется вновь, и вновь удаляется.

Абразивная способность мягких доводочных материалов различна. Наибольшей обладает окись хрома, за нею следует окись железа и наименьшей — окись алюминия. Поэтому из числа мягких доводочных материалов больше всего распространена окись хрома, как наилучший материал для доводки. Окись хрома чаще всего употребляют не в виде порошка, а в виде пасты ГОИ.

Пасты ГОИ (Государственного оптического института) изготовляются трех сортов:

- 1) грубая паста с абразивной способностью 45, 40, 35, 30, 25 и 18 *мк*;
- 2) средняя паста с абразивной способностью 17, 15, 10 и 8 *мк*;
- 3) тонкая паста с абразивной способностью 7, 6, 4 и 1 *мк*.

Абразивная способность пасты, выраженная в микронах, означает толщину слоя металла, снимаемого с детали при прохождении ею по притиру пути, равного 40 м. Различная величина абразивной способности паст достигается различной температурой прокаливания окиси хрома, влияющей на величину ее зерен. Состав паст ГОИ приведен в табл. 9

Таблица 9

Химический состав пасты ГОИ (в процентах)

Сорта пасты ГОИ	Прокаленная окись хрома, приготовлен- ная из бихро- мата калия с серой	Силикагель	Стеарин	Расщеплен- ный жир	Керосин	Олеиновая кислота	Сода дву- углекислая	Температура прокаливания окиси хрома в °С
Грубая	81	2	10	5	2	—	—	1600
Средняя	76	2	10	10	2	—	—	1200
Тонкая	74	1	10	10	2	2	0,2	600

Прокаленная окись хрома имеет повышенную абразивную способность, а также обладает способностью не вдавливаясь в поверхность детали. Это позволяет производить доводку пастами не только закаленных деталей, но и изготовленных из весьма мягких материалов.

Мягкие абразивно-доводочные материалы исключают возможность повреждения поверхности случайно попавшими крупными зернами абразива и позволяют получить высокую степень чистоты поверхности. В этом их исключительное значение.

5. ШЛИФОВАЛЬНЫЕ ШКУРКИ

При выполнении некоторых слесарно-инструментальных работ применяются шлифовальные шкурки, представляющие собой бумажную или тканевую основу, поверхность которой покрыта абразивными порошками, связанными с основой при помощи клея. Чистота обработки поверхностей шкурками лежит в пределах между 6 и 10 классом по ГОСТ 2789—51.

Абразивными материалами для изготовления шкурок служат электрокорунд, карбид кремния, кремний, кварц и стекло. Электрокорундовой шкуркой (Э) обрабатывают закаленные и незакаленные стали, шкуркой из карбида кремния (КЧ и КЗ) хрупкие или мягкие материалы (чугун, бронзу, алюминий, эбонит), кремниевой (Кр), кварцевой (Кв) и стеклянной (С) — дерево, фанеру, кожу.

Шлифовальные шкурки на бумажной основе применяются, главным образом, для ручных работ, а на тканевой — при шлифовании шкуркой на станках. При работе с охлаждением следует пользо-

ваться водостойкими шкурками, изготовленными на особой влагопрочной бумаге.

Маркировка шкурки содержит в себе следующие обозначения: а) буквенное обозначение основы; б) буквенное обозначение типа шкурки: рулонная (Р) или листовая (Л); в) поперечный размер; г) буквенное обозначение абразивного материала и д) его зернистость. Таким образом, маркировка шкурки на нанковой основе, изготовленной в рулонах шириной 750 мм из карбида кремния зернистостью 60, выглядит следующим образом: НР750 КЧ60.

Характеристики изготавливаемых шкурок установлены ГОСТ 5009—52 и ГОСТ 6456—53.

ГЛАВА III

МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ

1. ВИДЫ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА

Известно, что, срезая металлическую стружку вручную, слесарю приходится затрачивать большую часть своих сил на то, чтобы преодолеть сопротивление резанию и осуществить главное рабочее движение. Это тяжелый физический труд. Чтобы его облегчить, используется механический двигатель.

Ручной инструмент, у которого главное рабочее движение (движение резания) производится механическим двигателем, а подача и управление инструментом — руками, называется ручным механизированным инструментом. Механизированный инструмент приводится в движение сжатым воздухом и электрическим током. В случае, если энергией двигателя служит сжатый воздух, инструмент называют пневматическим; если же электрический ток — электрифицированным инструментом. В слесарно-инструментальном деле применяются и тот и другой вид инструмента.

Может возникнуть вопрос: какой из этих инструментов лучше. Качество работы любого двигателя оценивается прежде всего тем, какую часть сообщенной ему энергии он передает исполнительному механизму. Оказывается, что пневматические двигатели в этом отношении менее совершенны, чем электрические. Для того чтобы пневматический двигатель передал исполнительному механизму мощность, равную 1 лошадиной силе, ему надо израсходовать в минуту 1 куб. метр сжатого воздуха давлением 6 атмосфер. Такое количество сжатого воздуха может быть получено двигателем, мощность которого составляет не менее 7—8 лошадиных сил. Следовательно, пневматические двигатели передают рабочему инструменту всего 10—12% энергии, тогда как электрические — 40—60%.

Однако делать вывод, что применять пневматический инстру-

мент в нашей промышленности не следует, преждевременно. Этот инструмент обладает рядом денных преимуществ, позволяющих мириться с повышенным расходом энергии. Дело в том, что при одинаковой мощности с электрифицированным инструментом он значительно легче по весу, не перегревается в работе и более безопасен в обращении. Это весьма ценные качества, причем ценные именно для ручного инструмента.

Электрифицированный инструмент также имеет широкое распространение при изготовлении различных видов инструмента, приспособлений и штампов. По типу электродвигателей, приводящих в движение этот инструмент, последние могут быть разделены на инструмент, питающийся переменным током нормальной частоты, т. е. 50 периодов в секунду, и инструмент, питаемый токами повышенной частоты,— 200 периодов в секунду. Электрифицированный инструмент повышенной частоты лучше инструмента нормальной частоты. Это объясняется тем, что первый тип инструмента раза в два легче инструмента второго типа и отличается более высокими числами оборотов электродвигателя (до 9000—12000 оборотов в мин.), тогда как у электродвигателей нормальной частоты число оборотов не превышает 3000 об/мин. Наконец, благодаря использованию тока низкого напряжения (36 в), первый тип инструмента более безопасен в работе.

К сожалению, высокочастотный электрифицированный инструмент еще в небольшой номенклатуре и малых количествах изготавливается нашей промышленностью.

2. КАК УСТРОЕН ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ

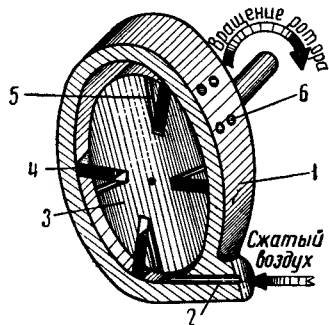
Механизированный инструмент с пневматическими двигателями применяется в виде пневматических молотков, шаберов, сверлильных и шлифовальных машин. Такие двигатели могут быть выполнены либо в виде поршневых двигателей, либо в виде двигателей роторного типа. Более распространены роторные двигатели, так как они меньше по габаритным размерам, более просты по конструкции, плавнее работают, но несколько больше расходуют сжатого воздуха.

Роторный пневматический двигатель (фиг. 35) состоит из статора 1 (неподвижная часть двигателя), ротора 3 (вращающаяся часть двигателя) и лопаток 4. Материалом для изготовления статора служит антифрикционный чугун или (еще лучше) сталь, подвергаемая азотированию; ротор также изготавливается из азотирующей стали. Лопатки 4 выполняются из текстолита, обладающего необходимой износостойкостью и малым удельным весом. Ось вращения ротора расположена эксцентрично к внутренней поверхности статора.

При вращении ротора вокруг своей оси под действием центробежных сил лопатки плотно прижимаются к поверхности статора. Вращение производится сжатым воздухом. Воздух поступает по направлению, указанному стрелкой в отверстие 2, и, оказывая давле-

ние на выступающую часть первой встречной лопатки, заставляет повернуться ротор и подвести следующую лопатку под струю воздуха. В это время воздух, находящийся между первой и последующей лопаткой, расширится и произведет дополнительную работу, толкая ротор в сторону его вращения до свободного выхода воздуха через выхлопные отверстия 6 в атмосферу. Чтобы уравновесить давление воздуха на торцы лопаток и создать ему выход в момент возвращения лопаток в прорезы, последние при помощи каналов 5 сообщаются со свободным пространством между статором и ротором.

Поскольку поршневые двигатели применяются, главным образом, для инструмента ударного действия, предназначенного для выполнения грубых черновых работ, они здесь не описываются.



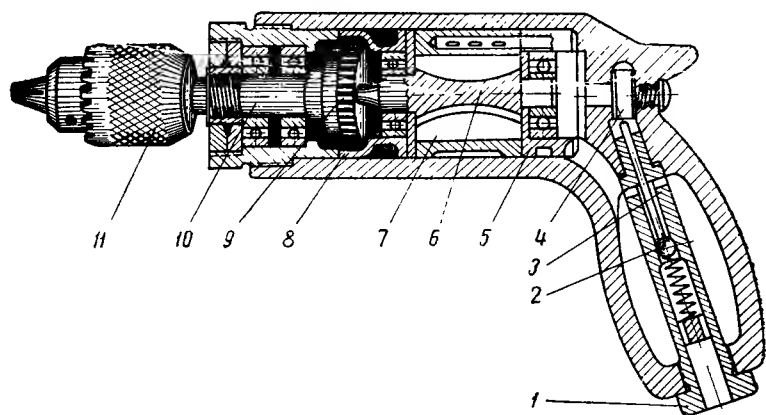
Фиг. 35. Схема действия роторного двигателя.

3. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ

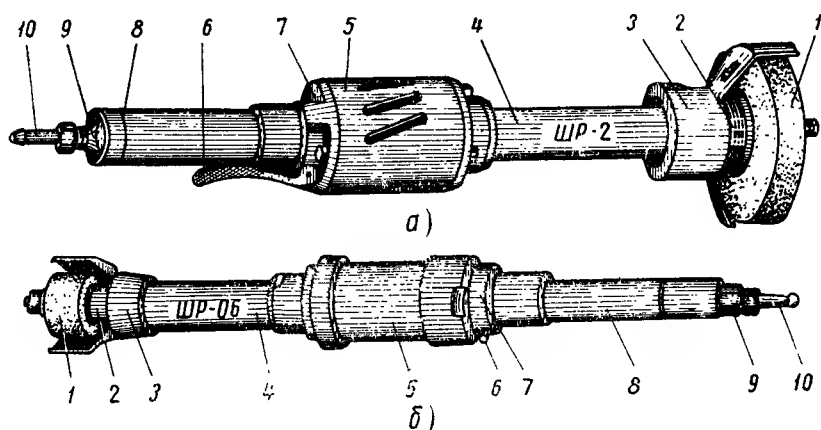
Пневматический инструмент применяется для сверления, развертывания, зенкерования (сверлильные машины), шлифования и полирования поверхностей (шлифовальные машины), очистки деталей (машины со щетками), заворачивания гаек (пневматические ключи и гайковерты), опилования поверхностей (пневматические напильники), пришабривания поверхностей (пневматические шаберы) и даже для разрезки листового материала (пневматические ножницы). Описать их все не имеется возможности. Поэтому очень коротко расскажем об устройстве сверлильных и шлифовальных машин, без которых слесарю-инструментальщику не обойтись.

Роторная сверлильная машина пистолетного типа РС-8 (фиг. 36) служит для сверления отверстий, диаметр которых не выше 8 мм, и имеет мощность, равную 0,15 лошадиных сил при числе оборотов шпинделя 2000 об/мин. Вес ее около 1,8 кг.

Присоединив шланг к ниппелю машины (на фигуре не показан) и надавив на ее курок 4, открывают, таким образом, доступ для воздуха в ее двигатель. В момент нажима на курок промежуточный штифт 3 отодвигает впускной шарик 2 и воздух попадает через буксу 1, каналы корпуса, заднюю крышку статора 5 и сам статор в рабочее пространство. Воздух, действуя на лопатки 7, повертывает ротор 6. Это вращение ротора передается шпинделю 10 через планетарный редуктор, понижающий число оборотов ротора и состоящий из ведущей шестерни, нарезанной на переднем конце ротора, шестерни с внутренним зацеплением 8 и промежуточных шестерен 9.



Фиг. 36. Устройство пневматической сверлильной машины РС-8.



Фиг. 37. Пневматические шлифовальные машины:

а — машина ШР-2; б — машина ШР-06: 1 — шлифовальный круг; 2 — шпиндель; 3 — защитный кожух; 4 — хобот; 5 — кожух; 6 — курок; 7 — задняя крышка статора; 8 — рукоятка; 9 — футорка; 10 — ниппель.

Рабочий инструмент закрепляется в патроне 11, насаженном на передний конец шпинделя.

Имеются и более мощные модели сверлильных машин роторного типа, позволяющие производить сверление отверстий диаметром до 32 мм: РС-22 и РС-32 (цифра в марке машины означает наибольший диаметр сверления). Однако такие машины применяются реже. Для сверления отверстий в малодоступных местах служат сверлильные машины РСУ-8 и И-69. Их шпиндель располагается под прямым углом к оси вращения ротора.

Широкое распространение получили пневматические шлифовальные машины (фиг. 37). Ими пользуются не только для обработки абразивами, но и для полирования поверхностей войлочными кругами, а с применением несложных приспособлений и абразивными ремнями. Главное отличие шлифовальных машин от сверлильных состоит в отсутствии понижающего планетарного редуктора. По этой причине шпиндели шлифовальных машин имеют в несколько раз большее число оборотов, чем шпиндели сверлильных машин. Характеристика роторных шлифовальных машин приведена в табл. 10.

Таблица 10

Характеристики пневматических шлифовальных машин

Модель машины	Наибольший диаметр шлифовального круга в мм	Число оборотов шпинделя в 1 минуту под нагрузкой	Общая длина в мм	Общий вес без шлифовального круга в кг
ШР-2	150	3000	580	6,7
ШР-5	30	5000	210	1,5
ШР-06	60	6000	425	2,0

Самыми удобными для инструментального производства шлифовальными машинами считаются машины ШР-5 и ШР-06.

4. ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Электрифицированный инструмент так же, как и пневматический, распространен в инструментальных цехах и, главным образом, в цехах приспособлений и штампов. Служит он для сверления, шлифования, зачистки, опилования, шабрения и иногда для разрезки листового материала.

Особое влияние на рост производительности труда оказывают электрошлифовальные машины и механические шаберы.

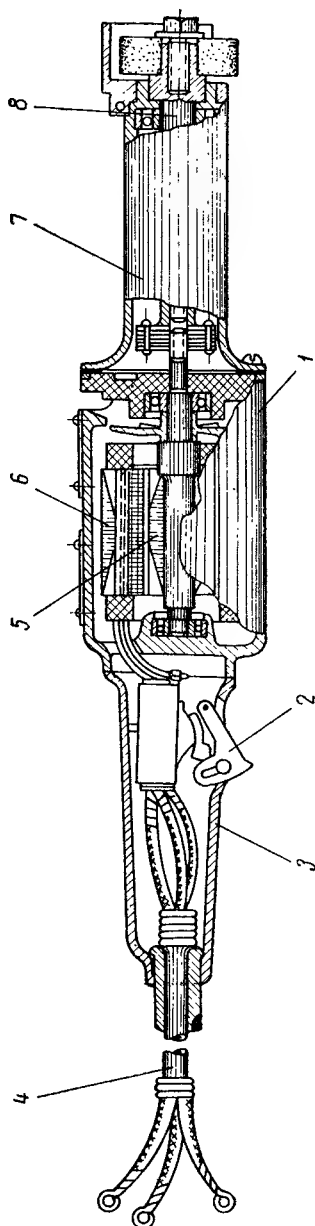
Самая удобная для выполнения слесарно-инструментальных работ — электрошлифовальная машина И-82 (фиг. 38). Она питается

токами повышенной частоты и развивает 10500 об/мин. Ее полезная мощность равна 0,15 лошадиных силы, а вес всего 1,8 кг. Такая машина по удобству и безопасности в работе не только не уступает

аналогичной ей пневматической шлифовальной машине ШР-06, но даже превосходит ее, так как имеет несколько меньший вес и большее число оборотов под нагрузкой. Машина И-82 может быть использована и для работы с шлифовальным кругом формы ПП по ГОСТ 2424—52, и для работы с помощью шлифовальных головок по ГОСТ 2447—52, что делает ее незаменимым инструментом при изготовлении кузнечных штампов, пресс-форм и металлических моделей.

Широко применяются для выполнения подобных работ и обычные электродвигатели переменного тока мощностью 1,36 лошадиных сил (1,0 кв), с числом оборотов равным 3000 об/мин. Такие электродвигатели оснащаются гибким валом, приводящим во вращение оправку с шлифовальным кругом или шлифовальной головкой. Эта шлифовальная машина может быть изготовлена своими силами в любом инструментальном цехе при наличии электродвигателя необходимой мощности.

Резкое увеличение производительности труда при выполнении такой трудоемкой операции, как шабрение, дает применение механических шаберов, работающих также от электродвигателя. Их работа основана на преобразовании вращательного движения гибкого вала, получаемого от электродвигателя, в возвратно-поступательное главное рабочее движение режущего инструмента. Одна из таких конструкций изображена на фиг. 39 и состоит из электродви-

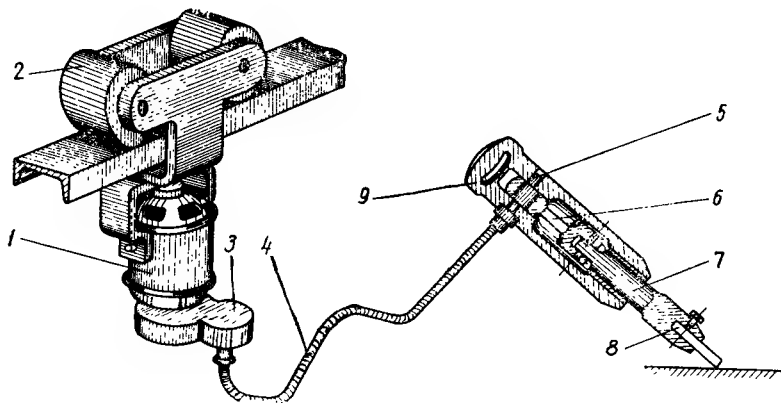


Фиг. 38. Устройство электрошлифовальной машины:

1 — корпус двигателя; 2 — выключатель; 3 — рукоятка; 4 — кабель; 5 — ротор; 6 — статор; 7 — корпус шпинделя; 8 — шпиндель

гателя 1, подвешенного в тележке 2, который передает движение через понижающий редуктор 3 гибкому валу 4, приводящему в движение кривошип 5. Кривошип 5 сообщает возвратно-поступательное движение шатуну 6, соединенному с ним ползуну 7, и шаберу 8. Во время работы слесарь левой рукой оказывает давление на шабер, прижимая его к пришабриваемой поверхности, а правой рукой поддерживает шабер за рукоятку 9. В остальном процесс механического пришабривания подобен ручному пришабриванию.

Другие виды электрифицированного инструмента также могут найти применение в работе слесаря-инструментальщика, способствуя облегчению его труда. Об их устройстве можно узнать из литературы, указанной в конце книги.



Фиг. 39. Электромеханический шабер.

ГЛАВА IV

ТОЧНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

1. МЕНЬШЕ ПОГРЕШНОСТИ — ТОЧНЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Действительный размер детали всегда, хотя бы немного, но отличается от того, что прочитывается нами на шкале измерительного инструмента или измерительного прибора. Эту разницу между результатом измерения и действительным размером называют погрешностью измерения, а величина последней характеризует степень точности измерения. Погрешности измерения тем больше, чем несовершеннее измерительный инструмент и несовершеннее процесс измерения, а также и те условия, в которых протекает этот процесс. Следовательно, чем точнее нужно измерить деталь, тем точнее должен быть измерительный инструмент.

Тем не менее нет особой необходимости во всех случаях пользоваться измерительными инструментами наивысшей точности, так как это связано с большими расходами. По этой причине для из-

мерений, не требующих высокой точности, применяют менее точные инструменты и только при очень точных работах пользуются соответствующим поверочным и измерительным инструментом и приборами.

Какая же существует разница между поверочными и измерительными средствами?

Поверочным инструментом называется инструмент, указывающий на наличие отклонений, в размере детали, но не показывающий их величины. Инструменты, позволяющие определять размер детали или величину отклонения от размера, называются измерительными приборами и инструментами.

При пользовании, как одним, так и другим видом инструмента погрешности неизбежны. Величина погрешности измерения зависит от многих причин, но самые существенные из них такие:

- 1) неровности и другие недостатки поверхности;
- 2) температура измерения деталей;
- 3) неправильное использование инструмента и небрежный уход за ним;
- 4) конструкция инструмента и погрешности в его изготовлении.

Каждая из этих причин по-своему влияет на точность измерения. Но наибольшее влияние оказывает неровность поверхности. Дело в том, что только невооруженному человеческому глазу чисто обработанная поверхность кажется ровной и гладкой, а в действительности она покрыта выступами и впадинами. Поэтому при ее измерении инструмент в одном случае прилегает к выступам, в другом — к впадинам и результаты получаются различными. Такое явление лишает уверенности в том, что при измерении инструмент покажет действительный размер детали. Чтобы уменьшить погрешности измерения и получить большую уверенность в правильности читаемого на шкале размера инструмента, измеряемые поверхности должны быть обработаны чисто и точно. Кроме того, следует указать, что на степень точности измерения влияет и загрязненность измеряемой поверхности. Если эта поверхность покрыта маслом или с поверхности не удалены стружка и заусенцы, показания инструмента будут неправильными.

Не менее серьезное влияние на точность измерения оказывает и отклонение от нормальной температуры измерения. Из физики известно, что при повышении температуры твердые тела расширяются. Поэтому если измерить нагретую деталь, то ее размер неизбежно будет отличаться от размера, полученного при измерении остывшей детали. Различные тела расширяются по-разному, по-разному расширяется и деталь и измеряющий ее инструмент, если они изготовлены из различных материалов.

Не следует думать, что величина погрешностей, связанных с нарушением температурного режима измерения, незначительна. Так, например, при изменении температуры стальной детали длиной 100 мм всего на 10°C ее размер изменится на 12 мк. Если же про-

изводить измерение латунной детали этой же длины при таком же отклонении температуры стальным инструментом, то погрешность измерения только по причине разного расширения латуни и стали будет равна 7 мк. Поэтому для устранения тепловых погрешностей проверку размеров следует вести при определенной, стандартной температуре, а температуру измеряемого предмета выравнивать перед измерением до этой же температуры. Такой стандартной температурой считается температура $+20^{\circ}\text{C}$.

Неправильное пользование и небрежное обращение с измерительным инструментом приводит к потере его точности и увеличению погрешности измерения. Этот инструмент требует бережного отношения: его нельзя бросать на стальные поверхности, измерение нужно вести осторожно без применения силы и ударов, по окончании работы измерительные поверхности следует протирать и смазывать для защиты их от коррозии, хранить его надо в специальных футлярах, а не в общих ящиках с остальным инструментом.

Особенности конструкции инструмента и неточности его изготовления существенным образом сказываются на размере погрешностей измерения, поэтому необходимо всегда выбирать измерительный инструмент, согласуя его точность с заданной точностью измерения. Величина погрешности произведенного измерения может быть уменьшена при умелом применении инструмента. Одним из таких способов служит принцип многократных измерений одного и того же размера, являющийся лишним подтверждением известного житейского правила: «семь раз отмерь, один раз отрежь». И, действительно, если деталь несколько раз обмерить одним и тем же инструментом, а результаты измерения сложить и затем разделить на число произведенных измерений, то этот результат будет значительно ближе к действительному размеру детали. Так, например, если при трех измерениях получено первое измерение равное 40,08 мм, второе 40,06 мм, третье 40,09 мм, то среднее арифметическое их будет:

$$\frac{40,08 + 40,06 + 40,09}{3} = \frac{120,23}{3} = 40,077 \text{ мм.}$$

Величина 40,077 мм ближе к действительному размеру детали, чем каждое из этих измерений, взятое в отдельности.

Погрешности измерения могут быть уменьшены и другим путем. Как известно, существует два способа измерений: абсолютные измерения, при которых определяется вся измеряемая величина, и относительные измерения, при которых узнают только разницу между образцом заранее известного размера и между самим размером. Более точные результаты получаются при относительных измерениях, поскольку при них устранена часть погрешностей, связанных с особенностями конструкций и неточностью изготовления приборов и инструмента. Это подтверждается тем, что большинство инструмента, применяемого в инструментальном производстве, используется,

как инструмент для относительных измерений: концевые меры длины в комбинации с штангенрейсмасом и индикатором, индикаторные приборы для внутренних измерений, миниметры, оптиметры и т. д.и, действительно, сличение, например, любого размера с блоком концевых мер длины при помощи индикатора дает меньшие погрешности, чем непосредственное измерение этого размера по шкале такого же индикатора.

2. ТИПЫ И КОНСТРУКЦИЯ ИНСТРУМЕНТА

Современное машиностроение располагает исключительным многообразием различных измерительных средств и, в том числе, позволяющих определить размеры любых предметов с точностью до десятых долей микрона (микрон — 0,001 мм).

Согласно ГОСТ весь измерительный инструмент и приборы можно разделить на восемь групп:

1. Калибры гладкие.
2. Калибры резьбовые.
3. Калибры комплексные и профильные.
4. Меры и поверочный инструмент.
5. Приборы, инструмент и приспособления нониусные.
6. Приборы, инструмент и приспособления механические.
7. Приборы, инструмент и приспособления оптикомеханические и электромеханические.
8. Пневматические приборы и приспособления.

Первые три группы представляют инструмент особого рода и о нем будет рассказано в своем месте.

Остальные же пять групп охватывают различные виды и разновидности инструмента и приборов, которые носят название универсальных.

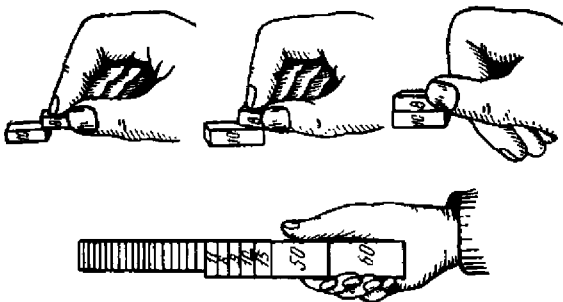
Универсальными измерительными инструментами и приборами считаются такие, которыми измеряют не один, а много разнообразных размеров. Группа мер и поверочного инструмента, например, включает в себя масштабные линейки, метры и рулетки, концевые и угловые меры, угольники и синусные линейки, щупы и многие другие. Группа нониусных приборов, инструментов и приспособлений состоит из штангенциркулей, штангенглубиномеров, штангенрейсмасов, штангензубомеров, угломеров, микрометров и т. п. В группу механических приборов, инструментов и приспособлений входят часовые и рычажные индикаторы, рычажные микрометры и скобы, глубиномеры, нутромеры и шагомеры индикаторные, миниметры и некоторые другие. Группу оптикомеханических и электромеханических приборов составляют оптиметры, проекторы, оптические угломеры и делительные головки, микроскопы, электроконтактные и другие подобные приборы. В последнюю группу входят различные приборы, использующие энергию сжатого воздуха.

Нет никакой возможности рассмотреть здесь весь инструмент, входящий в указанные выше группы. Ограничимся лишь описанием таких инструментов и приборов, которыми можно производить измерения с точностью 0,01 мм и точнее.

3. КОНЦЕВЫЕ И УГЛОВЫЕ МЕРЫ

Начнем с наиболее простого, но важного инструмента.

Плоскопараллельные концевые меры длины самые распространенные средства измерения в инструментальном производстве. Они несравненно точнее нониусного инструмента и служат как для абсолютных измерений с точностью до одного микрона, так и для не менее точных относительных измерений, где они используются в качестве эталонов. Концевые меры изготавливаются в виде прямоугольных металлических брусков, противоположные стороны которых служат измерительными плоскостями, а расстояние между ними — измерительным размером. Измерительные плоскости большинства концевых мер имеют величину 30 X 9 мм, а те, которые измеряют размеры свыше десяти миллиметров, — величину равную 35 x 9 мм.



Чистота и точность измерительных плоскостей концевых мер так велика, что, будучи соединены, они настолько сильно сцепляются друг с другом, что для разъема их требуется усилие, достигающее нескольких десятков килограммов. Такое свойство сцепления концевых мер друг с другом носит название притираемости мер. В основе этого свойства лежит действие сил сцепления между молекулами металла и тончайшей жидкой пленкой жирового вещества, имеющей толщину менее 0,02 мк. Свойство притираемости концевых мер друг к другу (фиг. 40) дает возможность собирать из них любые блоки. Этими блоками можно производить, как внутренние, так и наружные измерения.

Меры длины изготавливаются наборами. Широко распространены наборы № 1 и 2:

Набор № 1 из 87 шт., состоящий из плиток (в шт.):

1,005	1
1,01; 1,02; 1,03 и т. д. до 1,49 мм	49
1,6; 1,7; 1,8 и 1,9 мм	4
0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 и т. д. до 9,5 мм	19
10; 20; 30 и т. д. до 100 мм	10
Защитных плиток	4

Набор № 2 из 42 шт., состоящий из плиток (в шт.):

1,005	1
1,01; 1,02; 1,03 и т. д. до 1,09 мм	9
1,1; 1,2; 1,3 и т. д. до 1,9 мм	9
1; 2; 3 и т. д. до 9 мм	9
10; 20; 30 и т. д. до 100 мм	10
Защитных плиток	4

Кроме наборов № 1 и 2, существуют еще микронные наборы № 3 и № 4 каждый из 9 мер, а именно: 1,001; 1,002 и т. д. до 1,009; 0,999; 0,998; 0,997 и т. д. до 0,991 мм. Меры микронных наборов позволяют вести измерения с точностью 0,001 мм.

Не менее необходимы в производстве и комплекты, состоящие из десяти больших мер. С их помощью производится измерение размеров свыше 500 мм.

Как же собираются блоки концевых мер длины? Приведем два примера составления блоков на размер 124, 735 мм. Комплектование любого блока обычно начинается с мер наименьших размеров и так, чтобы после выбора каждой очередной меры для подбора оставался размер меньший, по крайней мере на один цифровой знак, т. е.:

Первый блок (из набора № 1)

124,735—1,005	=	123,73
123,73 — 1,23	=	122,5
122,5 — 2,5	=	120
120 — 40	=	80
80 — 80	=	0

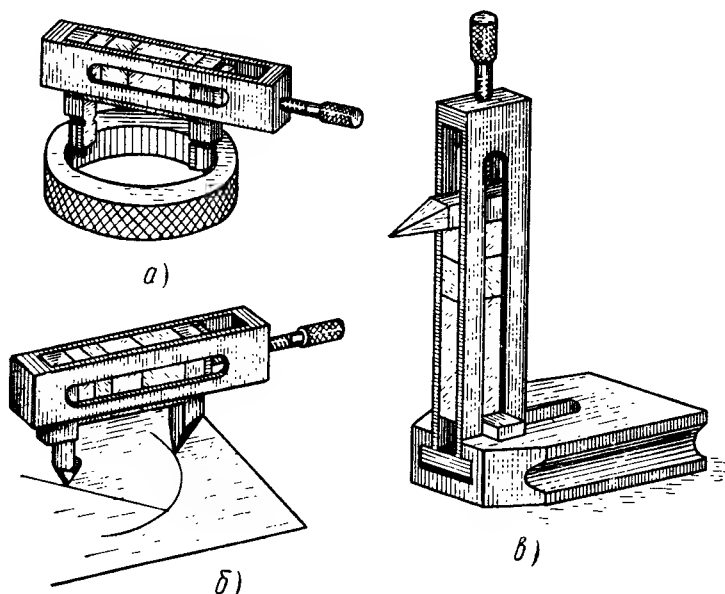
Второй блок (из набора № 2)

124,735 — 1,005	=	123,73
123,73 — 1,03	=	122,7
122,7 — 1,7	=	121
121 — 6	=	115
115 — 5	=	110
110 — 10	=	100
100 — 100	=	0

Следовательно, нужный блок будет составлен: а) из пяти мер, выбранных из набора, имеющего 87 плиток (1,005 — 1,23 — 2,5 — 40 — 80); б) из семи мер, выбранных из набора, имеющего 42 плитки (1,005 — 0,03 — 1,7 — 6 — 5 — 10 — 100). Следует отметить, что, составляя такие блоки, всегда стремятся к наименьшему количеству мер в блоке.

Не все концевые меры, находящиеся в производстве, одинаково точны. По точности их исполнения и величине погрешностей, с которыми производилась проверка концевых мер, последние делятся на 5 классов точности (0, 1, 2, 3 и 4) и 6 разрядов (1, 2, 3, 4, 5 и 6). Класс точности характеризуется отклонениями размеров, величиной непараллельности и качеством притираемости, а разряд — погрешностью, с которой определялся их размер, а также их непараллельностью и качеством притираемости. Пользуясь мерами, отнесенными к определенным классам и разрядам, можно производить более точные измерения, несмотря на принадлежность мер к менее высокому классу точности, так как имеется возможность учесть при определении размера блока фактические отклонения, указанные в аттестате.

Для удобства пользования блоками концевых мер и расширения области их применения служат специальные принадлежности, среди которых имеются зажимы и ножки различной формы и размеров. Особенно велико значение подобных зажимов при работе с мерами, не позволяющими получить прочные соединения. Способы пользования этими принадлежностями видны на фиг. 41.



Фиг. 41. Принадлежности к концевым мерам:

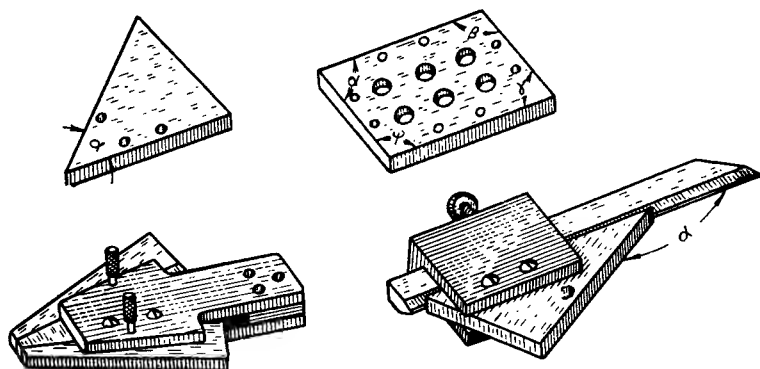
а — струбцинки с ножками для внутренних измерений; б — струбцинки с центральной ножкой и чертилкой; в — струбцинки с основанием и чертилкой для лекальной пространственной разметки.

Концевые меры длины, будучи весьма точным инструментом, требуют бережного обращения. Поэтому ими следует пользоваться преимущественно для относительных измерений с помощью индикаторного инструмента.

Угловые меры (фиг. 42) широко используются в инструментальном деле в качестве инструмента для точных измерений углов. Чаще всего они применяются в виде наборов из 94 и 36 мер треугольной и четырехугольной форм. Четырехугольные меры имеют четыре рабочих угла различных номинальных размеров. Все меры снабжены отверстиями для скрепления их в блоки при помощи специальных принадлежностей. Из угловых мер путем различных комбинаций можно составлять любые блоки от 10 до 360° с интервалом почти через каждую минуту. Длина их измерительных поверхностей равна 70 мм. По точности выполнения описываемые меры де-

ляются на 2 класса: точность выполнения рабочего угла у первого класса составляет $+10''$ (секунд), у второго класса — $\pm 30''$.

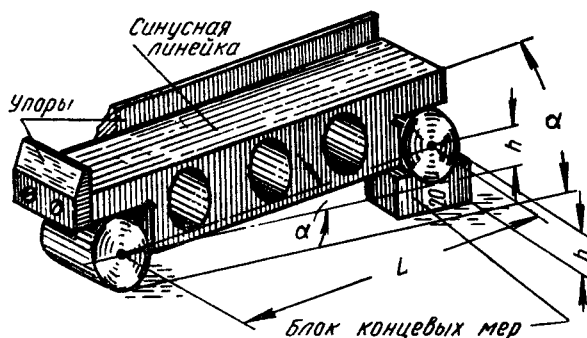
При измерении угловыми мерами собирают блоки необходимого размера и определяют просвет между измерительными плоскостями



Фиг. 42. Угловые меры и принадлежности к ним.

блока и деталью. Точность таких измерений, если учитывать погрешности в изготовлении мер, может быть гарантирована в пределах $15''$.

Оказывается, что не только угловые, но и концевые меры длины могут быть использованы для измерения угловых величин. В решении такой задачи помогает применение особых инструментов, называемых синусными линейками.



Фиг. 43. Синусная линейка.

Синусная линейка состоит из точного прямоугольного бруска (фиг. 43) и двух одинаковых роликов, укрепленных на определенном расстоянии друг от друга (расстояние между их

осями равно 100 или 200 мм). Линия, соединяющая оси этих роликов, строго параллельна плоскостям линейки. Для удобства при измерении к граням линейки привернуты упоры. В процессе пользования синусной линейкой расстояние между осями роликов рассматривается как гипотенуза прямоугольного треугольника, а блок концевых мер — как противолежащий катет. Таким образом, если под один из роликов линейки подкладывать различные блоки, то линей-

ка будет образовывать с основной плоскостью углы α , величина которых определяется из соотношения:

$$\sin \alpha = \frac{h}{L}, \quad (2)$$

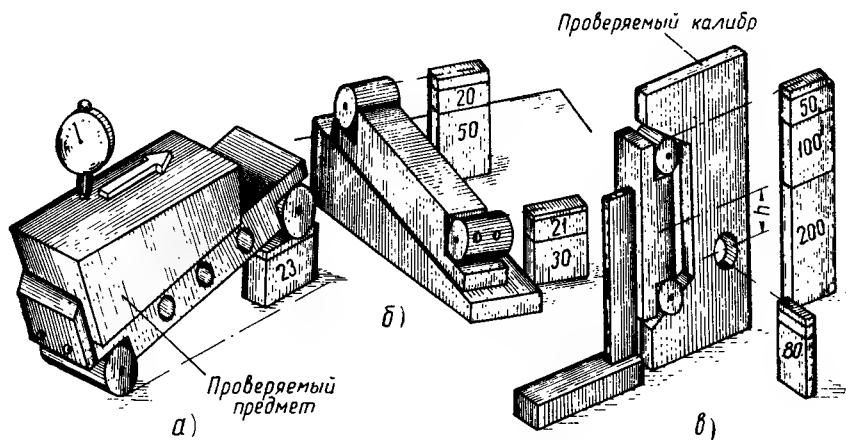
где h — разность высот расположения осей роликов (противоположащий катет);

L — расстояние между центрами роликов (гипотенуза). Следовательно, если, например, под один ролик линейки с $L = 100$ мм подложить блок, равный 56,4 мм, то $\sin \alpha = \frac{56,4}{100} = 0,564$, т. е. угол наклона линейки будет равен $34^\circ 20'$.

В том случае, когда линейку необходимо наклонить под угол $40^\circ 40'$, то под ролик следует подложить блок h , равный

$$h = L \sin \alpha = 100 \sin 40^\circ 40' = 100 \cdot 0,70298 = 70,298 \text{ мм.}$$

Некоторые случаи применения синусных линеек, распространенные в инструментальном производстве, изображены на фиг. 44. Нужно отметить, что точность показаний синусной линейки тем выше,



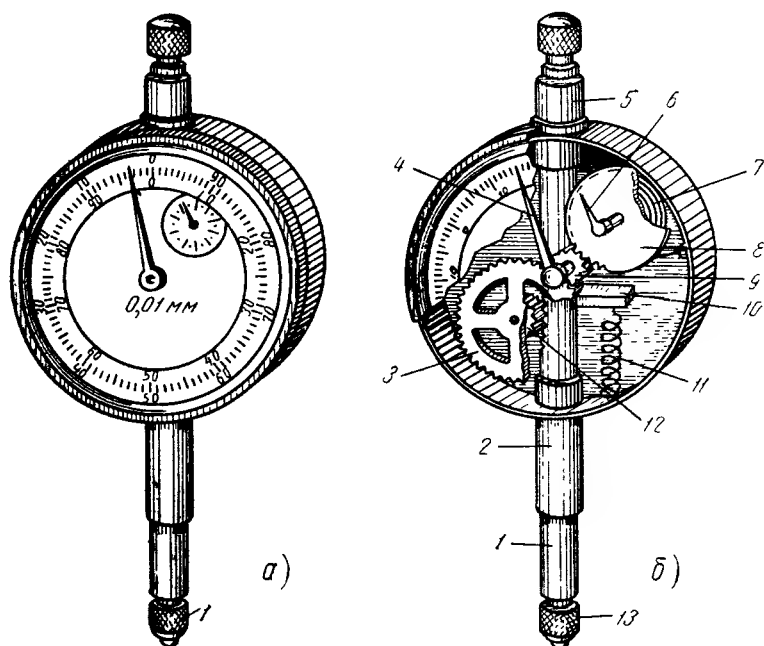
Фиг. 44. Применение синусной линейки:

а — установка для проверки угла; б — проверка угла по высоте роликов; в — нахождение положения отверстия относительно оси калибра.

чем больше расстояние между ее роликами, так как на такой длине легче обнаруживаются отклонения угловых величин. Линейкой с расстоянием между осями роликов 200 мм можно производить измерения с точностью до 5—10". Наиболее точные результаты синусная линейка дает для малых углов потому, что малейшее изменение угла при этих условиях дает уже существенное изменение в величине блока концевых мер.

4. МЕХАНИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Механическими называются инструмент и приборы, передающие при помощи промежуточных передач на шкалу увеличенные отклонения в размерах у измеряемой детали. Такое увеличение отклонений достигается в этих приборах зубчатыми или рычажными механизмами.



Фиг. 45. Часовой индикатор:

а — внешний вид; б — внутреннее устройство.

Индикатор часового типа (фиг. 45), являющийся одним из таких механических инструментов, действует при помощи зубчатого механизма. Подобный индикатор имеет две шкалы и используется для измерения величины отклонений, не превышающих одного миллиметра. Большая шкала индикатора разделена на 100 частей, каждая из которых соответствует 0,01 мм. Малая шкала инструмента позволяет отсчитывать перемещения измерительного штифта, доходящие до 5—10 мм, в зависимости от особенностей конструкции механизма. Установка шкалы индикатора в нулевое положение достигается вращением от руки его наружной обоймы.

В этой конструкции индикатора (фиг. 45, б), через всю его длину во втулках 2 и 5 проходит измерительный штифт 1 с зубчатой рейкой, нарезанной на поверхности штифта. В нижнем конце штифта установлен наконечник 13 с шариком, образующим измерительную

поверхность. Зубья рейки измерительного штифта соединяются с шестерней 12, сидящей на одной оси с большой шестерней 3, передающей в свою очередь движение шестеренке 9 и, следовательно, стрелке 4. Поворот маленькой стрелки 6, указывающей перемещение измерительного штифта в миллиметрах, производится шестерней 8.

Измерительное давление индикатора создается пружиной и действующей на направляющую планку 10. Мертвый ход в узлах механизма устраняет пружина 7, стремящаяся повернуть все зубчатые соединения в одном и том же направлении.

Пределы измерения индикатором еще более ограничены, чем это указывается на его циферблате. Поэтому не следует пользоваться индикатором для определения отклонений, превышающих 1 мм, так как при использовании всей шкалой увеличиваются погрешности измерения.

Чтобы произвести измерение индикатором, его укрепляют на измерительном столике, штангенрейсмусе или универсальной стойке и дают измерительному штифту натяжение, позволяющее пользоваться серединой шкалы индикатора. Небрежное отношение к индикатору, резкое перемещение штифта, удары, боковое давление на штифт, попадание абразивной пыли в механизм быстро приводят индикатор в негодность.

Область применения индикаторов весьма обширна и они служат главной конструктивной, частью многих индикаторных измерительных приборов: глубиномеров, нутромеров, шагомеров, зубомеров и т. д.

Примером такой конструкции прибора для точных измерений диаметров отверстий может служить применение индикатора часового типа для внутренних измерений. Для этой цели на его нижнюю направляющую втулку надеваются специальные наконечники, превращающие боковое давление на измерительный штифт индикатора в давление, направленное вдоль его оси. Такой прибор называется **индикаторным нутромером** или прибором для внутренних измерений (фиг. 46). Индикаторный нутромер при настройке его по точному микрометру позволяет производить относительные измерения диаметров отверстий с точностью 0,01 — 0,015 мм. Обычно нутромер имеет два колка, один из которых подвижен и передает отклонения индикатору через рычаг или наклонную плоскость (фиг. 46, б). Колки у прибора — сменные.

Индикаторные нутромеры изготавливаются комплектами: каждым комплектом можно производить измерения диаметров отверстий в одном из следующих пределов: от 6 до 18, от 18 до 35, от 35 до 50, от 50 до 100, от 100 до 160, от 160 до 250, от 250 до 450 и так до 1000 мм.

Также широко распространены, особенно при изготовлении приспособлений, другие типы индикаторов: **рычажные** (фиг. 47, а) с пределом измерения $\pm 0,1$ мм и **рычажно-зубчатые** (фиг. 47, б) с пределом измерения $\pm 0,5$ мм.

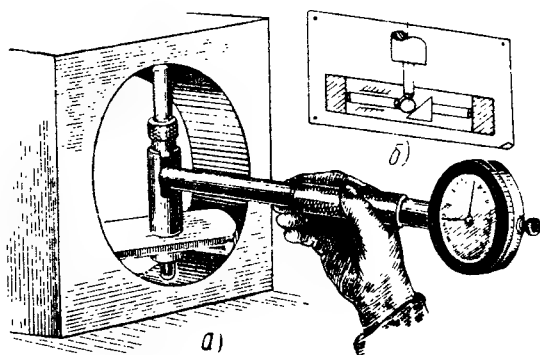
Индикаторы рычажные и рычажно-зубчатые отличаются малыми габаритными размерами и удачно приспособлены для передачи боковых давлений. Эта особенность делает их незаменимыми при определении отклонений в труднодоступных местах или при измерении расстояний между отверстиями (расстояния от боковой стенки одного отверстия до боковой стенки другого).

Принцип действия рычажно-зубчатого индикатора находит применение и в конструкции рычажного микрометра. Рычажный микрометр или микрометр-индикатор (фиг. 48) представляет собой микрометр, в скобе 1 которого находится рычажно-зубчатое индикаторное устройство. Индикаторное устройство микрометра выполняет роль его трещотки и служит указателем давления измерительных плоскостей на деталь. Поэтому при измерениях таким микрометром во всех случаях следует сохранять нулевое положение стрелки. Нулевому положению стрелки индикатора 7 должно соответствовать нулевое деление на барабане 12.

Как видно из схемы, индикаторное устройство действует следующим образом. Пятка микрометра 5 все время находится под давлением пружины 4 и, таким образом, нажимая на рычаг 6, отводит его сектор в крайнее положение. Если между пяткой 5 и шпинделем 10 поместить деталь, размер которой несколько больше расстояния между ними, пятка 5, преодолев усилие пружины 4, переместится влево. Это даст возможность малому плечу рычага 6, получившему свободу, также повернуться влево при помощи шестерни 8, находящейся под действием пружины 9. Стоящая на оси шестерни стрелка 7 отметит на циферблате 2 это перемещение пятки микрометра. Индикаторное устройство микрометра позволяет пользоваться им для определения предельных отклонений как скобой после установки шпинделя 10 по блоку концевых мер в нулевое положение, отмечаемое стрелкой индикатора, и после закрепления его стопором 11. После этого указатели предельных отклонений (не показанные на схеме) устанавливаются на свои места и измеряемый предмет пропускается между измерительными плоскостями. Если при этом стрелка окажется между указателями, то размер детали находится в пределах установленного допуска. В том случае, если нужно узнать фактический размер этого предмета, то к показаниям на шкалах стебля и барабана добавляют (или вычитают в зависимости от того, в какой стороне находится стрелка) величину отклонения стрелки индикатора. Чтобы не испортить микрометр при измерении размера между двумя плоскостями, его пятку отводят влево, нажимая пальцем на кнопку, действующую на рычаг 3.

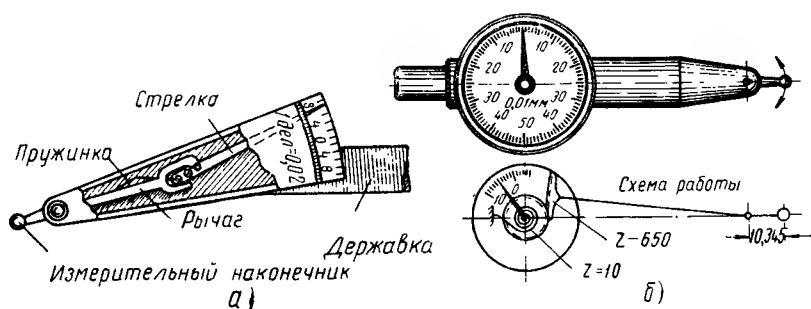
Рычажным микрометром производятся измерения отклонений, не превышающих $\pm 0,02$ мм.

Вершиной той точности, которая может быть достигнута при использовании измерительных устройств с механическим рычагом, является процесс измерения м и н и м е т р о м.



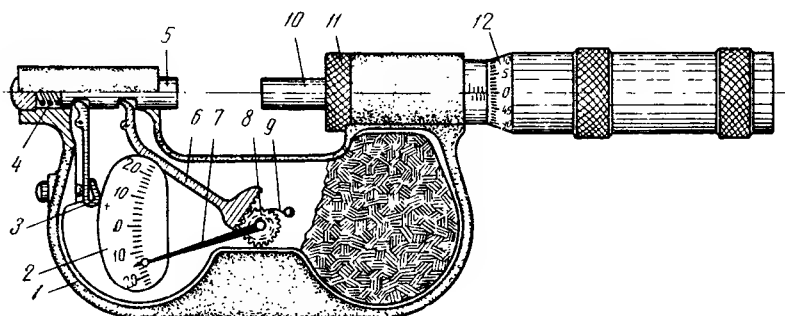
Фиг. 46. Индикаторный нутромер.

а — общий вид; б — конструкция накошечника.



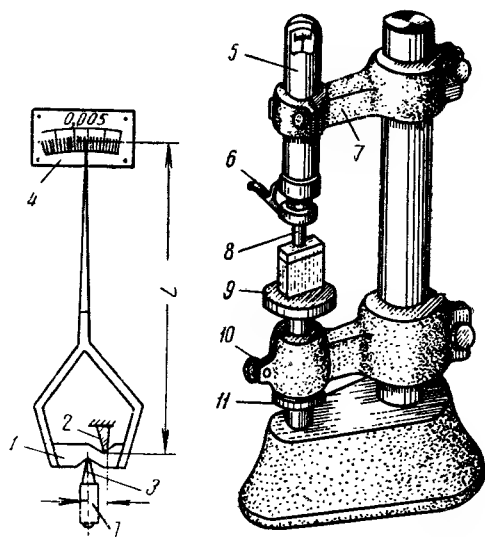
Фиг. 47. Индикаторы:

а — рычажный; б — рычажно-зубчатый.



Фиг. 48. Рычажный микрометр (схема).

Опоры рычажного устройства миниметра (фиг. 49) имеют ножеобразную форму и уже только эта особенность его конструкции позволяет получить очень малое плечо рычага (около 0,1 мм), а, следовательно, и большое передаточное отношение прибора. В связи с



Фиг. 49. Миниметр:

1 — основание стрелки; 2 — неподвижная призма; 3 — измерительный штифт; 4 — шкала; 5 — головка миниметра; 6 — рычажок; 7 — кронштейн; 8 — измерительный штифт; 9 — столик; 10 — зажим; 11 — микрометрический винт.

шкальным миниметром на 20 частей, а в широкошкальном — на 60 частей. Цена делений миниметров, нанесенная на их шкале, может быть различной: 0,01, 0,005, 0,002 и 0,001 мм.

При проверке плоских и цилиндрических предметов миниметр укрепляется на стойке с плоским измерительным столиком 9. На него кладут блок концевых мер и вместе с головкой миниметра 5 опускают кронштейн 7 до соприкосновения измерительного штифта 8 с поверхностью блока. Закрепив в таком положении кронштейн, переходят к точной установке столика с помощью микрометрического винта 11. Настройка считается законченной, когда стрелка остановится в нулевом положении, а столик будет закреплен винтом 10. Отрегулировав, таким образом, прибор и удалив блок, кладут на измерительный столик проверяемую деталь. Во время измерения плоских деталей измерительный штифт приподнимают рычажком 6, чтобы не повредить штифт, и опускают осторожно на проверяемую плоскость. Цилиндрические детали просто прокатываются по поверхности столика.

Если величина измеряемого предмета соответствует размеру

этим основание стрелки миниметра снабжается двумя V-образными вырезами на нижней и верхней плоскостях. В эти вырезы сверху упирается неподвижная призма 2, а снизу — тыльная сторона измерительного штифта 3. Штифт 3, двигаясь вверх, наклоняет основание стрелки и, таким образом, передает свое перемещение, увеличенное во много раз стрелкой, на шкалу 4. Перемещение кончика стрелки будет больше перемещения измерительного штифта в столько раз, во сколько плечо L больше плеча l .

На шкалах миниметров не существует нулевых делений и в качестве таковых принимаются любые деления шкалы, разделенной в узко-

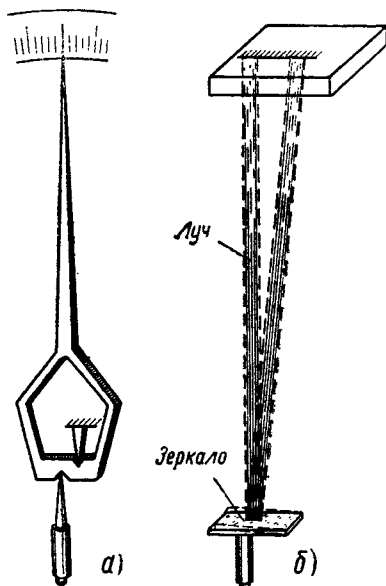
блока концевых мер стрелка укажет то деление, на которое прибор был настроен. Если измеряемый предмет окажется больше, то стрелка отойдет вправо, если же меньше — влево. Допускаемые отклонения размеров проверяемых деталей обычно отмечаются особыми указателями, перемещаемыми по шкале.

5. ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Уже известно, что основу любого механического измерительного прибора составляет та или иная конструкция механического рычага, на который возлагается решение главной задачи — сделать малейшие и незримые изменения в размере видимыми человеческому глазу. В основу конструкции оптико-механического прибора кладется не механический, а оптический (световой) рычаг. Разница между этими видами рычагов видна из фиг. 50.

Вертикальный оптиметр (фиг. 51, а) представляет собой оптико-механический прибор для относительных измерений, в котором осуществлен этот принцип оптического рычага. Отклонения в оптиметре передаются с помощью светового луча и затем рассматриваются через увеличительные стекла. Прибор позволяет довести точность измерения до 0,0005 мм. Его оптическая часть состоит из двух, расположенных под прямым углом, трубок (фиг. 51, б) с линзами, т. е. стеклами с выпуклыми (или вогнутыми) шаровыми поверхностями, зеркалами, а также с стеклянными призмами и шкалами. Вертикальная трубка оптиметра заканчивается подвижным измерительным штифтом Ж, связывающим прибор с измеряемым предметом.

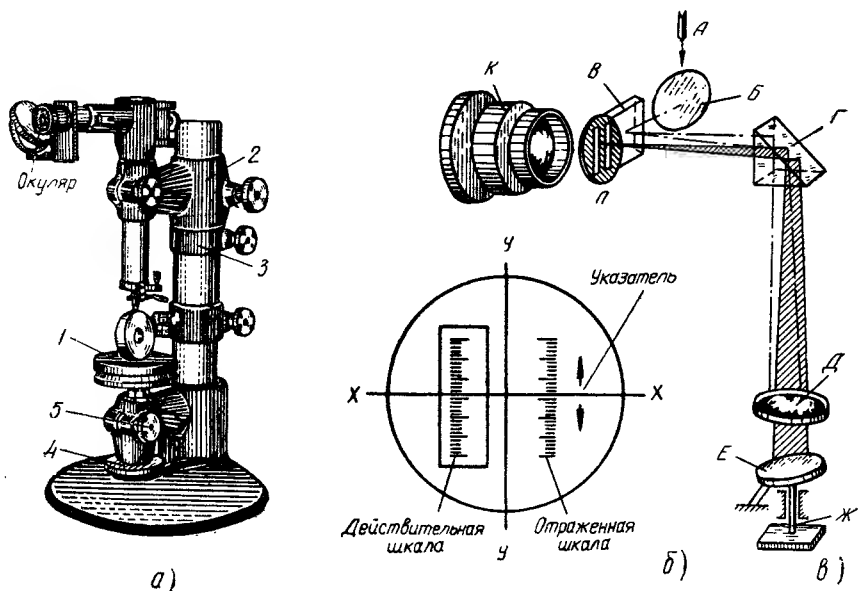
Рассмотрим схему работы прибора. Лучи света падают из источника А, отражаются зеркалом В и попадают через светопроводящую прямоугольную призму В на стекло Л с делениями. Следуя дальше, лучи света несут отражение этой шкалы через трехгранную призму Г, направляющую их под прямым углом в нижнюю линзу Д. Дальше отражение шкалы, пройдя линзу, попадет на зеркальце Е, изменяющее свой наклон в зависимости от перемещения измерительного штифта Ж и возвращающее лучи обратно. Таким образом, отраженное зеркальцем Е изображение шкалы доносится обратно до стекла Л и становится видимым вместе с указателем



Фиг. 50. Рычаги:

а — механический; б — оптический.

(фиг. 51, в) в особое увеличивающее устройство — окуляр *К*. При движении наконечника *Ж*, зеркальце *Е* меняет свой наклон и отраженное изображение шкалы перемещается по отношению к неподвижному указателю в ту или другую сторону. Рассматривая шкалу через окуляр *К*, по положению указателя на шкале определяют размер детали. Точность отсчета на вертикальном оптиметре составляет 0,0003 мм.



Фиг. 51. Вертикальный оптиметр:

1 — столик; 2 — кронштейн; 3 — кольцо; 4 — подъемный винт; 5 — винт; А — источник света; Б — зеркало; В — светопроводящая призма; Г — трехгранная призма; Д — нижняя линза; Е — зеркальце; Ж — измерительный штифт; К — окуляр; Л — стекло (экран).

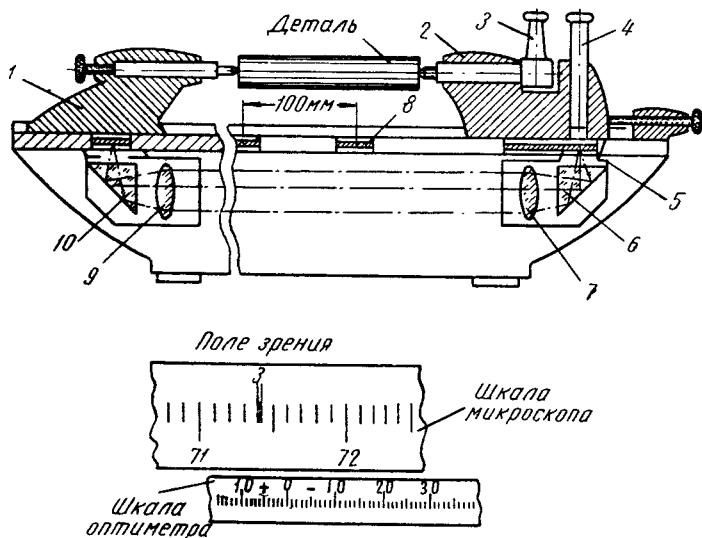
На оптиметре измеряются детали с различной формой поверхности. В соответствии с формой поверхности на измерительный штифт надеваются соответствующие наконечники.

Перед измерением на столик 1 оптиметра ставят блок концевых мер (см. фиг. 51, а) и устанавливают оптиметр в нулевое положение. Грубая установка производится от руки перемещением кронштейна 2, лежащего на кольце, а точная — подъемом столика 1 винтом 4. Столик устанавливается так, чтобы измерительный штифт Ж оперся на блок, а указатель, видимый в окуляре, точно совпал с нулевым делением шкалы. Теперь имеется возможность закрепить столик винтом 5, а блок концевых мер убрать, поставив на его место измеряемый предмет.

Отклонения в размере детали вызовут перемещение измерительного штифта, а следовательно, соответствующие отклонения в по-

ложении зеркала и поднятие или опускание отражения шкалы по отношению к указателю. Для определения размера измеренной детали нужно к установленному размеру добавить или вычесть показание шкалы оптиметра.

Вертикальный оптиметр марки ИКВ позволяет вести измерение деталей длиной до 180 мм и диаметром до 150 мм.



Фиг. 52. Схема измерительной машины.

Кроме вертикальных существуют горизонтальные оптиметры. Оптиметр на горизонтальном штативе марки ИКГ монтируется на горизонтальной станине, а его измерительный штифт помещается в горизонтальной трубке. В инструментальном производстве такой прибор применяется несколько реже, но зато обладает тем преимуществом, что может измерять более длинные детали (350 мм), а также производить внутренние измерения отверстий до диаметра 150 мм с помощью специальных насадок.

Помимо оптиметра, принцип оптического рычага используется также и в оптических измерительных машинах. Оптические измерительные машины (фиг. 52) изготавливаются четырех размеров для длины до 1000, 2000, 3000 и 6000 мм. Погрешности измерения при работе на измерительных машинах не превышают: $\pm 0,001$ мм при длине 100 мм; $\pm 0,0055$ мм при длине 500 мм; $\pm 0,01$ мм при длине 1000 мм и $\pm 0,03$ при длине 3000 мм. Однако такие машины пока мало применяются в цеховой обстановке и чаще всего используются в лабораториях.

Измерительная машина состоит из установочных салазок 1, измерительных салазок 2, снабженных трубкой оптиметра 3 и микро-

скопом 4. Ее оптическое устройство дает возможность определять с большой точностью не только отклонения, но и абсолютный размер предмета.

В момент измерения установочные салазки машины 1 находятся над одной из стеклянных пластинок 8 с двойным штрихом и порядковым номером, показывающим сотни миллиметров (на фиг. 52 — это штрих с цифрой 3). В салазках расположен источник света, освещающий стеклянную пластинку 8. Этот источник посылает лучи света в оптическую систему, соединенную с салазками и состоящую из призмы 10 и линзы 9. Отсюда лучи следуют в другую оптическую систему измерительных салазок 2 (линза 7 и призма 6) и освещают стеклянную шкалу 5, видимую в окуляр микроскопа 4. Тысячные доли миллиметра отсчитываются по оптиметру 3. Рассматривая поля зрения микроскопа 4 и оптиметра 3, изображенные на фиг. 52, легко произвести соответствующий отсчет. Следует отметить, что на этой машине можно производить и внутренние измерения, применяя специальное устройство.

6. ОПТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

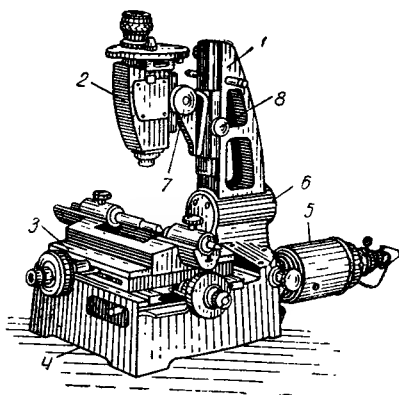
В конструкции измерительной машины кроме трубки оптиметра, в которой использован принцип оптического рычага, также находят применение и другие оптические устройства, лежащие в основе конструкций ряда оптических измерительных приборов. Такие приборы получили название оптических измерительных приборов.

Оптические измерительные приборы построены на принципе исследования человеческим глазом увеличенного теневого изображения измеряемого предмета. К числу таких измерительных приборов относятся, широко применяемые в инструментальном производстве, инструментальный и универсальный микроскопы и проекторы.

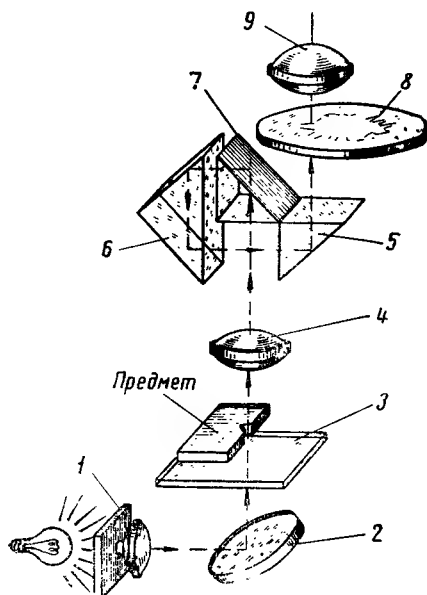
Инструментальный микроскоп модели ИТ (фиг. 53) служит для измерения сложных профилей инструмента. Он состоит из оптической головки 2, передвигаемой вверх и вниз по стойке 1, стола 3 с салазками, перемещаемых на шариках в продольном и поперечном направлениях, основания 4 и осветительного приспособления 5. Стойка 1 может при необходимости поворачиваться вокруг горизонтальной оси 6. Грубая установка оптической головки по высоте производится от руки, точная — винтом 7, а ее закрепление в установленном положении — винтом 8. Два микрометрических устройства служат для отсчета поперечного и продольного перемещения стола. Видимая на столе микроскопа 3 рамка с центрами предназначена для закрепления деталей.

Принцип работы инструментального микроскопа состоит в следующем. От источника света (фиг. 54) лучи идут сквозь специальное устройство 1, называемое диафрагмой и регулирующее количество проходящего света. Отражаясь в зеркале 2, они проходят

через прозрачную пластинку 3 мимо расположенного на столе измеряемого предмета и следуют дальше в объектив 4, увеличивающий размеры рассматриваемого контура. В дальнейшем, четыре раза преломляясь в трех призмах 5, 6 и 7, лучи выходят перпендикулярно к матовому стеклянному экрану 8, на котором нанесены темные штрихи, и становятся видными в окуляре 9. В окуляре можно видеть освещенный контур измеряемого предмета, увеличенный в 30 раз.



Фиг. 53. Инструментальный микроскоп.



Фиг. 54. Оптическая схема микроскопа.

На штриховом экране 8 для сравнения с профилем измеряемого предмета нанесены различные профили, линии и шкалы как линейные, так и угловые. Поворачивая экран вокруг оси его вращения, можно совмещать линии этого экрана с отдельными частями профиля предмета и отсчитывать углы поворота экрана, а следовательно, размеры и углы измеряемого предмета.

Процесс измерения на описываемом приборе состоит из следующих операций:

а) установка предмета до совпадения измеряемой части профиля с определенной линией или профилем экрана;

б) перемещение предмета или экрана до совпадения второй части профиля с той же линией или профилем на экране;

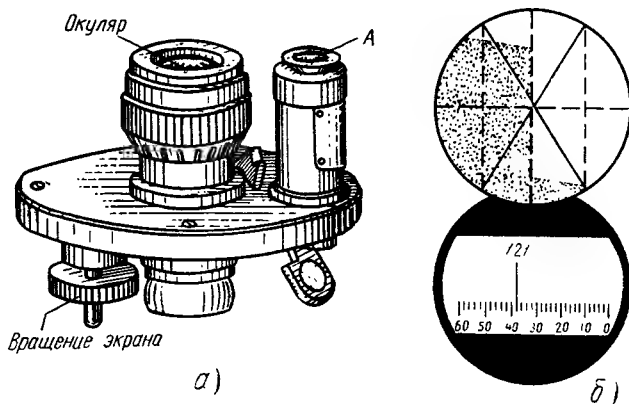
в) отсчет по экрану или микрометрическим устройством произведенного перемещения предмета от одной линии экрана до другой.

При измерении углов весь процесс осуществляется с помощью оптической головки микроскопа, а при измерении длины роль опти-

ческой головки ограничивается только контролем точности установки детали и перенесением размеров; отсчет производится по микрометрическим устройствам.

Микроскоп имеет сменные объективы с увеличением в десять, пятнадцать и тридцать раз. Его штриховые экраны также сменные.

Микроскоп имеет и специальный экран для измерения резьб, а также угломерный экран.



Фиг. 55. Угломерный экран:

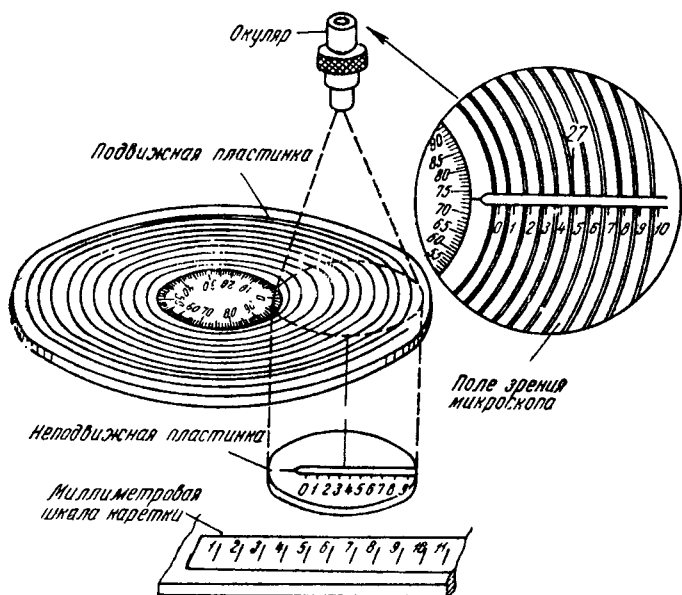
а — общий вид; б — поле зрения бокового микроскопа А и окуляра.

В средней части угломерного экрана (фиг. 55, а) расположены две взаимноперпендикулярные риски (фиг. 55, б), с которыми может совмещаться контур измеряемого предмета. По всей окружности экрана нанесена угловая шкала от 0 до 360° с делениями через каждый градус. Шкала рассматривается через боковой микроскоп А, в котором кроме градусной шкалы видны деления с интервалом в две минуты. Шкала бокового микроскопа с отсчетом $121^\circ 38'$ показана на фиг. 55, б.

Точность проверки угловых величин на инструментальном микроскопе составляет $\pm 1-2''$, а линейных измерений $\pm 0,005$ мм. Чтобы обеспечить необходимую точность, нужно получить максимальную резкость изображения. Это достигается соответствующей регулировкой диафрагмы и правильной установкой оптической головки по высоте.

Универсальный измерительный микроскоп (типа УИМ-21) представляет собой комбинацию инструментального микроскопа и оптической измерительной машины. Он дает возможность проверять детали значительных диаметров и длины (размеры 200×100) и точнее определять линейные размеры с помощью оптических устройств. Линейная точность отсчета на его шкалах составляет 0,001 мм, угловая $1'$.

Универсальный микроскоп состоит из станины с вертикальной стойкой для закрепления головки, снабженной штриховыми и угломерными экранами, стола, перемещающегося в поперечном направлении, каретки с центровыми бабками, передвигаемой в продольном направлении, оптических устройств, фиксирующих величину перемещения каретки и стола, и наконец, осветительного устройства.

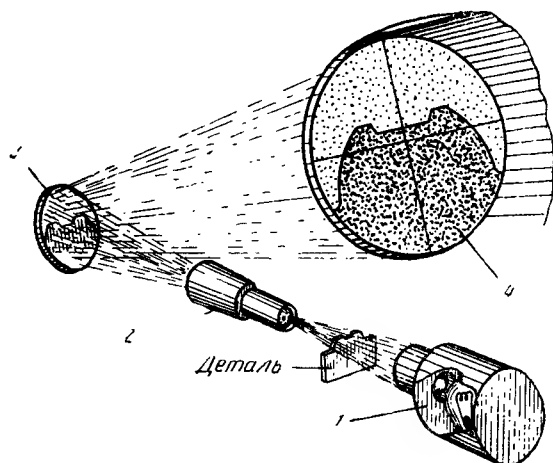


Фиг. 56. Отсчет линейных перемещений в универсальном микроскопе.

Высокая точность линейных перемещений стола и каретки гарантируется двумя микроскопами, установленными на станине прибора. В окуляре любого из них глаз видит изображение, показанное в окружности на фиг. 56. Это изображение есть результат одновременно рассматривания через окуляр подвижной и неподвижной пластинок, установленных в микроскопе, и шкалы, находящейся на каретке или столе микроскопа. Пластины и шкала изготовлены из стекла и освещены снизу электрической лампочкой.

Во время передвижения стола шкала с делениями перемещается вместе со столом и кареткой и дает возможность отсчитывать величину передвижения в миллиметрах. Перемещение в десятых долях миллиметра отсчитывается по делениям стеклянной неподвижной пластинки, установленной в микроскопе. Отсчет сотых и тысячных долей производится по шкале подвижной пластинки. Для этой цели поворотом подвижной пластинки устанавливают одну из пар спиральных линий так, чтобы миллиметровое деление, видимое на

фиг. 56, оказалось по середине между рисками этой пары спиральных линий. Сумма показаний шкал, т. е. количество миллиметров, видимых на фоне спиральных линий, количество десятых долей на поперечном указателе неподвижной пластинки и сотые, и тысячные, приходящиеся против этого поперечного указателя, дадут точное положение стола или каретки по отношению к оси микроскопа. Так например, положение шкал микроскопа, показанное на фиг. 56, может быть прочтено следующим образом: $27 + 0,4 + 0,073 = 27,473 \text{ мм.}$



Фиг. 57. Схема действия проектора.

экран представляет собой стеклянный диск с профилями резьбы различных систем и шагов. Совмещая профили экрана с теневым изображением исследуемой под микроскопом резьбы, оценивают правильность ее выполнения.

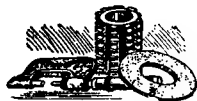
Проекторами (фиг. 57) называют оптические измерительные приборы, дающие увеличенное изображение профиля исследуемого предмета на экране. Эти приборы очень производительны и характеризуются точностью отсчета до 5 мк , а увеличение измеряемого профиля в приборах составляет 10, 20 и 50, в зависимости от силы сменного объектива.

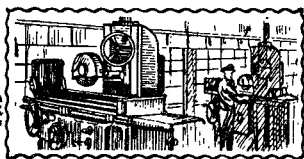
Большой проектор модели БП, схема работы которого показана на фигуре, состоит из проектирующего устройства 1, объектива 2, зеркала 3 и экрана 4. Источник света, помещенный в проектирующем устройстве 1, посылает лучи света, которые попадают на край детали и частично задерживаются. Прошедшие же контур детали лучи попадают в объектив 2 и идут дальше на отражательное устройство 3 (зеркало), а затем попадают на экран 4, где и образуют увеличенное теневое изображение контура проверяемого предмета,

Головка универсального микроскопа имеет два окуляра и соответственно два экрана. Один окуляр и один экран служат для определения углов и линейных размеров и устроены так же, как устроен угломерный экран инструментального микроскопа. Вторые окуляр и экран служат для определения правильности углов профиля, высоты, притуплений и закруглений у резьбы. Этот

видимое на светлом фоне. Теневое изображение может быть сравнено с вычерченным на прозрачной бумаге или экране изображением того контура, который следует выполнить у детали. Результаты измерения могут быть получены не только в виде тени, но и в виде чисел. Для этой цели экран снабжается двумя взаимноперпендикулярными рисками, а стол — микрометрическими, поворотными устройствами и соответствующими нониусами.

При работе на проекторе следует учитывать, что слишком большое увеличение, хотя и дает большую точность, все же ослабляет резкость изображения. Поэтому здесь выбирают такое увеличение, которое позволит четко наблюдать профиль измеряемого предмета.





СТАНКИ

ГЛАВА I

СТАНКИ И ИХ РАБОЧИЕ ДВИЖЕНИЯ

1. СТАНКИ — ОСНОВА МЕХАНИЗАЦИИ

Если в механизированном инструменте главное рабочее движение осуществляется механическим двигателем, а подача и управление — руками рабочего, то в станках и главное рабочее движение, и подача, а часто и управление инструментом, производится двигателем. Следовательно, станок есть такой механизм, который без участия рабочего автоматически изменяет форму детали, осуществляя главное рабочее движение и подачу с помощью двигателя. При этом роль рабочего ограничивается только наблюдением за работой и управлением станком.

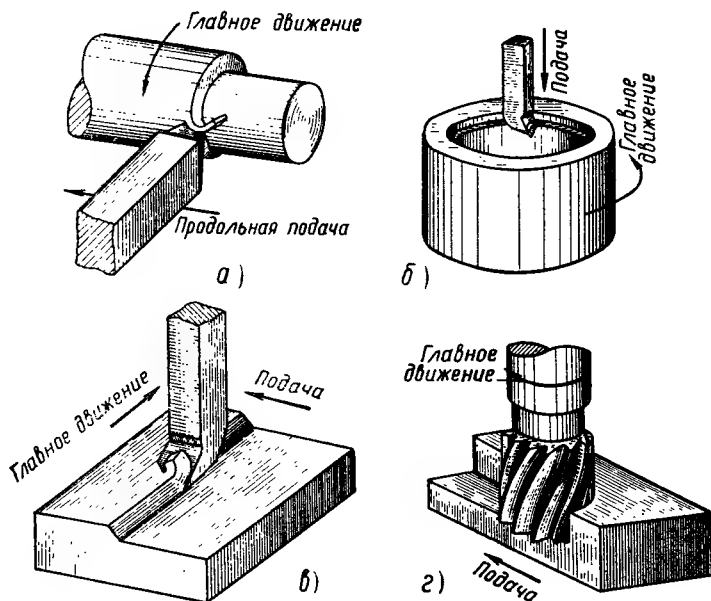
Однако при выполнении многих инструментальных работ ручной слесарный труд применяется еще в значительных размерах. Особенно велики затраты ручного труда в производстве измерительного инструмента, приспособлений и штампов. Если некоторые слесарные операции переводятся на станки, тогда слесари-инструментальщики, овладев выполнением той или иной операции на станке, добиваются резкого повышения производительности труда. Все большее место в трудовом процессе слесаря-инструментальщика занимают различные станки: сверлильные, координатные, разметочно-сверлильные станки, плоскошлифовальные, оптикошлифовальные, доводочные и многие другие виды станочного оборудования.

2. РАБОЧИЕ ДВИЖЕНИЯ В СТАНКАХ

Изменение формы детали или, иначе говоря, ее обработка, основано на сочетании двух рабочих движений: главного рабочего движения, определяющего скорость резания металла, и подачи. Оба названных движения осуществляются механизмами станков и определяют от времени, которое требуется для образования формы детали.

Поскольку обработка на станках не всегда заканчивается только одним проходом инструмента по поверхности детали, то помимо двух упомянутых движений конструкция станков позволяет осуществлять еще некоторые дополнительные перемещения инструмента по отношению к обрабатываемой детали.

Фиг. 58 дает ясное представление о рабочих движениях станков при различных видах обработки. Кроме видимых на фигуре движений, большинство подобных станков при повторных проходах позволяет устанавливать инструмент на глубину резания, т. е. осуществлять поперечную подачу.



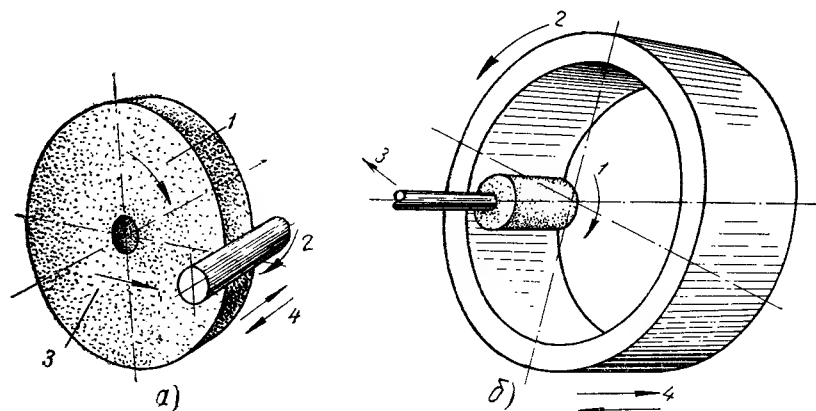
Фиг. 58. Рабочие движения при различных видах обработки:

а — точении; б — растачивании; в — строгании; г — фрезеровании.

Несколько сложнее движения в шлифовальных станках.

Шлифование наружной цилиндрической поверхности детали (фиг. 59, а) осуществляется вращением шлифовального круга в направлении стрелки 1 (главное движение или движение резания), вращением детали по стрелке 2 (движение подачи), перемещением детали вдоль своей оси или перемещением шлифовального круга вдоль оси детали по стрелке 4 (продольная подача) и перемещением шлифовального круга по стрелке 3 при каждом перемещении детали в одном направлении (поперечная подача). Внутреннее шлифование (фиг. 59, б) ведется при тех же движениях круга и детали, что и наружное.

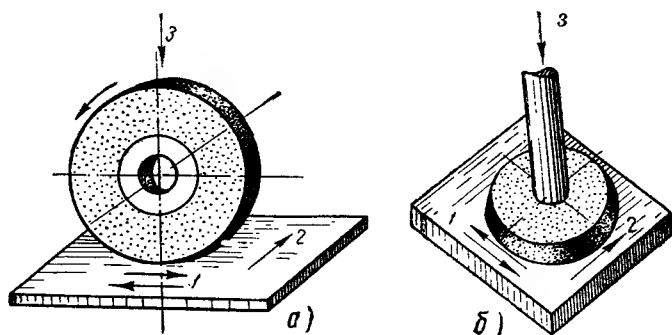
Шлифование на плоскошлифовальных станках осуществляется цилиндрической поверхностью (периферией круга — фиг. 60, а) и



Фиг. 59. Схемы шлифования:

а — наружного круглого; б — внутреннего; 1 — главное движение, или движение резания; 2 — подача детали; 3 — поперечная подача; 4 — продольная подача.

торцом круга (фиг. 60, б). При том и другом способе шлифования действуют три подачи: подача детали, показанная стрелками 1, продольная — стрелкой 2 и подача на глубину или поперечная подача — по стрелке 3.



Фиг. 60. Плоское шлифование:

а — цилиндрической поверхностью; б — торцом круга.

Правильный выбор режимов резания, особенно выбор скорости резания, имеет большое значение. Если главным рабочим движением станка является вращательное движение, то скорость резания подсчитывается по формуле:

$$v = \frac{\pi Dn}{1000} \text{ м/мин}, \quad (3)$$

где v — скорость резания в $м/мин$;

D — диаметр окружности, на которой расположена режущая кромка инструмента, в $мм$;

n — число оборотов в минуту;

π — 3,14.

Если же главное рабочее движение прямолинейное, возвратно-поступательное (см. фиг. 58, в), то скорость резания подсчитывается по формуле:

$$v = \frac{Ln(m+1)}{m \cdot 1000} \text{ м/мин}, \quad (4)$$

где v — скорость резания в минуту;

L — длина хода в $мм$;

n — число двойных ходов;

m — отношение скорости холостого хода к скорости рабочего хода.

Скорость главного рабочего движения при шлифовании во много раз больше скорости точения и сверления, а поэтому измеряется уже не в $м/мин$, а в $м/сек$. Скорость шлифовального круга вычисляется по формуле:

$$v = \frac{\pi Dn}{1000 \cdot 60} \text{ м/сек}, \quad (5)$$

где D — диаметр шлифовального круга в $мм$;

n — число его оборотов.

Подача детали при круглом шлифовании представляет тоже вращательное движение, поэтому подсчет величины подачи производится по формуле, подобной формуле (3):

$$v_d = \frac{\pi d n_d}{1000} \text{ м/мин}, \quad (6)$$

где d — диаметр детали в $мм$;

n_d — число оборотов детали.

Размеры продольной подачи выбираются по особым таблицам, где их величина обычно задается в долях высоты шлифовального круга на один оборот или ход детали. От подачи в долях высоты шлифовального круга несложно перейти к подаче детали в $мм/мин$:

$$S_{\text{прод. мин.}} = S_{\text{прод.}} H n_d, \quad (7)$$

где $S_{\text{прод. мин.}}$ — продольная подача в $мм/мин$;

$S_{\text{прод.}}$ — продольная подача в долях высоты круга;

H — высота круга в $мм$;

n_d — число оборотов или ходов детали.

В приведенной формуле произведение: $S_{\text{прод.}} H$ — представляет

еще одну размерную характеристику подачи — подачу в миллиметрах на один оборот или ход детали.

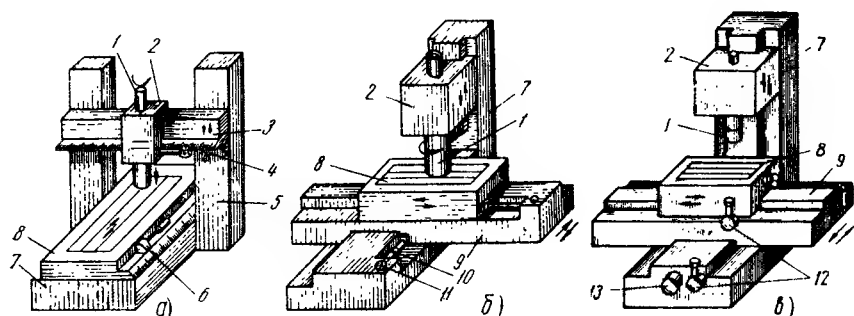
Поперечная подача выражается только в миллиметрах на один ход детали.

ГЛАВА II

РАЗМЕТОЧНО-СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

1. ТРИ КОНСТРУКЦИИ СТАНКОВ

Работа на сверлильном станке всегда требует предварительной разметки положения отверстий, но и при этом не всегда можно добиться высокой точности отверстий, как по геометрической форме, так и по расположению на детали. Строгая геометрическая форма и точное положение отверстий достигаются только применением станков особой конструкции, которые носят название координатных разметочно-сверлильных и расточных станков.



Фиг. 61. Схемы работы разметочно-сверлильных станков:

1 — шпиндель; 2 — сверлильная головка; 3 — траверса; 4 и 6 — линейки и указатели; 5 — вертикальные стойки; 7 — станина; 8 — рабочий стол; 9 — салазки рабочего стола; 10 — наборы штихмасов в лотках; 11 — индикаторы; 12 — окуляры оптических систем; 13 — круговые нониусы цилиндрических измерительных линеек.

Координатные разметочно-сверлильные станки встречаются трех различных конструкций.

Первая конструкция станков (фиг. 61, а) представляет собой такой тип станка, в котором перемещения шпинделя и рабочего стола осуществляются с помощью масштабных линеек, точных ходовых винтов и счетных барабанчиков с круговым нониусом.

Вторая конструкция станков (фиг. 61, б) позволяет вести точные перемещения шпинделя и стола только по наборам штихмасов и индикаторам.

Перемещения шпинделя и стола в третьей конструкции (фиг. 61, в) производятся с использованием цилиндрических измерительных линеек и оптических устройств.

Каждая из этих конструкций обладает своими достоинствами и недостатками. Станки первой конструкции наиболее просты и удобны в эксплуатации, однако быстро теряют точность вследствие износа ходовых винтов. Скручивание ходовых винтов, происходящее под влиянием различного веса обрабатываемых деталей и перемены положения стола на станине станка, также понижает точность работы. Станки второй конструкции требуют большего времени на установку рабочего стола, но исключают возможность влияния износа и скручивания ходовых винтов на точность перемещения стола. Точность установки в данном случае зависит только от точности штихмассов и индикаторов. Станки третьей конструкции наиболее совершенны: они позволяют быстро производить рабочие перемещения шпинделя и стола, да и точность их сохраняется длительное время, так как устройства, по которым производится отсчет перемещений, совершенно не изнашиваются.

Координатные разметочно-сверлильные станки универсальны. Они дают возможность вести самые разнообразные работы: производить разметку на плоскости и в пространстве, наносить различные деления, как линейные, так и круговые; производить расточку и точное размещение отверстий, расположенных и под прямым углом, и наклонно к базе; осуществлять установку деталей и узлов приспособлений на заданных расстояниях и, наконец, вести самые различные измерения. На станках второй и третьей конструкции, где точность станка не зависит от точности ходовых винтов, можно осуществлять точное фрезерование по заданным координатам.

2. РАЗМЕТОЧНО-СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК С ОПТИЧЕСКИМ ОТСЧЕТОМ

В инструментальном производстве находят одинаковое применение все три конструкции станков. Рассмотрим наиболее совершенный — станок третьей конструкции. Это — координатный разметочно-сверлильный и расточный станок с оптическим отсчетом перемещений модели 2450 [24].

По характеру движений основных частей такой станок (фиг. 62) подобен вертикально-фрезерному станку, но имеет еще одно дополнительное движение — вертикальную подачу шпинделя. Он состоит из станины 1 с установленным на ней электродвигателем, шпиндельной коробки 2, шпинделя 3, рабочего стола 4, его салазок 6, механизма для продольных и поперечных перемещений рабочего стола и устройств для отсчета этих перемещений. Число оборотов шпинделя станка может изменяться в пределах от 50 до 1900 оборотов в минуту, а его автоматическая вертикальная подача от 0,03 до 0,18 мм на один оборот. И число оборотов, и подача шпинделя регулируются безступенчато.

зывают целые миллиметры и их половины с помощью цилиндрической измерительной линейки 21 для поперечного перемещения и линейки 22 для продольного перемещения, осветительных устройств 20 и 7, и оптических систем с окулярами 9 и 8, доводящих точность отсчета до тысячных долей миллиметра. Измерительные линейки представляют собой длинные и чисто полированные валики из нержавеющей стали, на поверхности которых нанесена точная и тонкая винтовая линия с шагом, равным 2 мм. Параллельные пучки света, выходящие из осветительных устройств 7 и 20, попадают на зеркала 8 и 9, освещают винтовую линию линейек и несут ее изображение через призмы и линзы в окуляры оптических систем. В окулярах видны два параллельных штриха и увеличенное в 60 раз изображение небольшого участка винтовой линии измерительной линейки.

Посмотрим, как осуществить перемещение стола на заданную величину. Предположим, что необходимо его передвинуть на 241, 125 мм. Прежде всего нужно установить фактическое положение стола. Для этой цели риски оптического устройства устанавливают так, чтобы винтовая линия, видимая в окуляр, оказалась посередине между этими рисками. Затем перемещают стол до тех пор, пока счетчик не покажет разницу, равную 241 мм. После этого с помощью делительного барабанчика 5 и его пониуса повертывают цилиндрическую измерительную линейку на 0,125 мм и, глядя в окуляр, вновь перемещают стол рукояткой 11, пока изображение винтовой линии не окажется между рисками окуляра. В результате стол окажется передвинутым на заданную величину.

Ошибки в расстоянии между осями отверстий, расточенных на описанном станке, не превышают $\pm 0,01$ мм.

Координатные станки снабжаются различными приспособлениями, придающими им широкую универсальность. Основными приспособлениями, которые имеются во всех координатных разметочно-сверлильных станках являются:

а) круглый делительный стол для обработки отверстий, расположенных по окружности;

б) круглый универсальный стол для обработки отверстий, расположенных наклонно к опорной поверхности детали.

В заключение нужно сказать, что все координатные разметочно-сверлильные и расточные станки требуют особо бережного отношения, тщательно предохраняются от порчи, резких колебаний температуры и пыли. С этой целью они устанавливаются в особых закрытых и теплых помещениях.

ГЛАВА III

ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫЕ И ПРОФИЛЕШЛИФОВАЛЬНЫЕ
СТАНКИ

1. ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Станки, на которых производится шлифование плоскостей деталей, называются плоскошлифовальными станками. Особое достоинство этих станков состоит в том, что они весьма универсальны и поэтому пригодны для самых разнообразных работ и, в том числе, для профильного шлифования.

Плоскошлифовальные станки соответственно видам шлифования делятся на станки, работающие периферией круга (см. схему на фиг. 60, а), и на станки, работающие торцом круга (фиг. 60, б). Первые применяются преимущественно для чистового плоского и профильного или лекального шлифования, вторые — для обдирочного.

Прямолинейное перемещение стола станка обеспечивает подачу детали; перемещение стола вдоль оси шлифовального круга сообщает шлифуемой детали продольную подачу при каждом его ходе. Постепенное опускание шлифовального круга после каждого прохода для углубления в деталь представляет собой поперечную подачу или подачу на глубину. В современных плоско-шлифовальных станках все эти три вида подач могут осуществляться автоматически. По этой же схеме работают и оптические профилешлифовальные станки и станки координатношлифовальные.

2. УСТРОЙСТВО ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА

Устройство плоскошлифовального станка рассмотрим на примере станка СК-371, наиболее пригодного для инструментальных работ. На этом станке (фиг. 63) можно производить и обычное шлифование плоскостей, и профильное или, как говорят, лекальное шлифование. Станок состоит из следующих главных частей: станины 1, тумбы 2 с подкладной плитой 4, колонки 5, смонтированной в ней шлифовальной бабки 7, рабочего стола 3 и гидравлической системы станка.

Возвратно-поступательные перемещения стола (подача детали) и продольная подача в этом станке осуществляются от гидравлической системы и могут также производиться вручную. Поперечная подача — только ручная.

Станок имеет следующую техническую характеристику:

Рабочая поверхность стола в мм 600 × 200

Наибольшие размеры обрабатываемых поверхностей в мм:

длина	600
ширина	200

высота	250
Диаметр шлифовального круга в мм	140 — 200
Число оборотов шпинделя в минуту	2930
Расстояние от оси шпинделя до стола в мм	75 — 350
Наибольшее перемещение шпиндельной бабки в мм	300
Пределы подачи детали в м/мин	6 — 18
Пределы продольной подачи за 1 ход стола в мм	0,2 — 2

Рабочий стол станка 3 имеет Т-образные пазы. Они служат для закрепления на его плоскости различных деталей и приспособлений или же магнитной плиты, представляющей наиболее удобное средство закрепления деталей. Внутри такой плиты помещены электромагниты, питаемые постоянным током. На рабочей поверхности хорошо видны полюсы этих магнитов и чем их больше, тем сильнее плита и тем мельче детали могут быть закреплены на ее поверхности.

Главное рабочее движение шлифовального круга 8 сообщается электродвигателем мощностью 2,5 квт. Вал электродвигателя 16 (фиг. 64) является шпинделем станка. Остальные движения сообщаются станку гидравлической системой, которая производит:

а) автоматическое перемещение стола или подачу детали;

б) автоматическую продольную подачу;

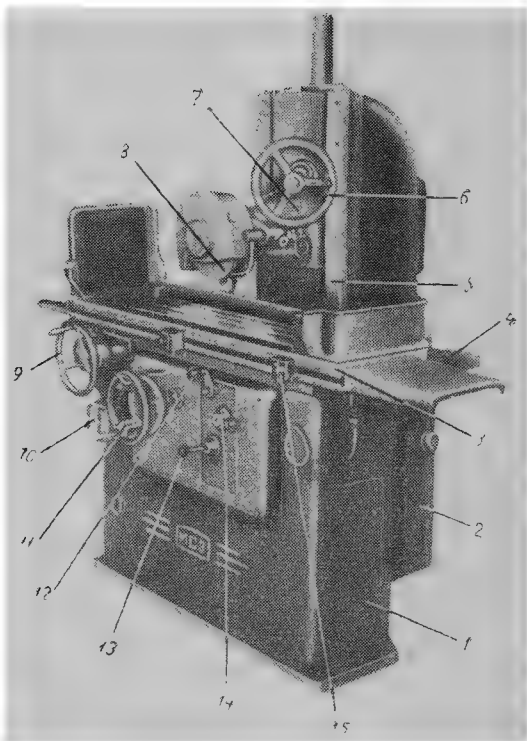
в) самовыключение ручной подачи детали при включении автоматической;

г) смазку направляющих стола.

Управляется станок маховичками и рукоятками 6, 9, 11, 12 13 и 14.

По гидрокинематической схеме станка (фиг. 64) можно проследить, как гидравлическая система производит эти движения.

Шестеренчатый насос 33, вращаемый электродвигателем мощностью 1,8 квт, во все каналы гидросистемы нагнетает масло, засасывая его через сетчатый фильтр 31 из резервуара станины 32. Сра-



Фиг. 63. Плоскошлифовальный станок СК-371

Перемещение стола вправо создается тем, что масло получает в этот момент возможность свободного выхода из противоположной полости цилиндра по каналам гидросистемы и возврата в резервуар станины 32. Масло, освобождающее цилиндр, вновь проходит на своем пути, как показывают стрелки С (слив), цилиндр золотника переключения 37 и попадает в скоростной кран 13, регулирующий скорость выхода масла и ускоряющий или замедляющий подачу детали. Наконец, масло попадает в резервуар станины.

Передвигаясь вправо, стол в конце своего хода повертывает кран переключателя 12, нажимая на него кулачком 15 (фиг. 63). Что же происходит при переключении крана? Как видно из схемы, кран переключения направляет масло в одну либо в другую сторону цилиндров золотника переключения 37 и золотника продольной подачи 36 (фиг. 64). При его переключениях меняется направление подачи масла в золотники и они движутся вправо или влево. При левом повороте рычага крана 12 (положение на схеме) кран направляет масло в левые полости золотников и соединяет правые со свободным выходом. Переключение крана 12 вправо меняет направление движения масла и оно поступает уже слева, а левые полости золотников в это время соединяются с каналами слива. В результате золотники отходят влево, меняя направление масляного потока на обратное, и поршень подачи детали пойдет назад, увлекая за собой стол 3. Так осуществляется автоматическая подача детали.

Кроме автоматической подачи станок СК-371 позволяет маховичком 9, вращающим зубчатое колесо 25, производить ручное перемещение стола. Это колесо под действием пружины находится в постоянном зацеплении с рейкой стола. Чтобы воспользоваться ручным перемещением, необходимо выключить пусковой кран 14. Тогда масло получит свободный выход из гидравлической системы в резервуар 32 через продольную канавку пускового крана и позволит перемещать стол зубчатым колесом 25.

При включении крана 14 масло по трубопроводу 40 поступит в коробку ручной подачи детали и выведет зубчатое колесо 25 из зацепления с рейкой стола.

Станок имеет также автоматическую и ручную продольные подачи. Ручная подача осуществляется маховичком 11, непосредственно вращающим винт. Автоматическая подача производится рейкой поршня продольной подачи 34 после каждого хода стола. Во время рабочего хода поршень 34 находится под двусторонним действием нагнетаемого масла (положение на схеме) и, благодаря разнице площадей поршня, а следовательно, и разных давлений на поршень, движется вниз, подготовляя механизм подачи к рабочему ходу. При переключении рычага 12 золотник 36 соединит верхнюю полость цилиндра 35 со сливом и уменьшит давление на верхнюю плоскость поршня 34. В результате поршень будет подниматься вверх, повертывая зубчатый сектор 29. Во время движения этого сектора собачка 27 повернет храповое колесо 30, а вместе с ним и валик с шестер-

ней 21. Величина получаемой при таком повороте подачи будет зависеть от угла поворота сектора 29 и от количества находящихся в этом углу зубьев, которое устанавливается ограничителем 28.

Вращаясь, шестерня 21 передает вращение ходовому винту через шестерни 22 или 23 и 24. В зависимости от того, через какие шестерни передается движение винту, меняется и направление подачи. Переключение шестерен производится рычагом 26.

Для подъема или опускания шлифовальной бабки по направляющим колонки, т. е. для поперечной подачи (подача на глубину), служит маховичок 6, вращающий червяк 17, червячное колесо 19 и винт, работающий в паре с гайкой 18. Эта гайка укреплена в колонке станка 5.

3. КООРДИНАТНО-ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Помимо плоскошлифовальных станков, в инструментальном производстве находят применение специальные координатные разметочно-шлифовальные станки. Они особенно удобны для шлифования замкнутых и сложных профилей калибров, копиров и матриц. Однако такие станки пока промышленностью не выпускаются, а изготавливаются машиностроительными заводами для собственных нужд. В большинстве случаев для координатного шлифования приспособляются некоторые конструкции универсальных станков. Так, например, известен координатно-шлифовальный станок слесаря ленинградского завода Никитина, изготовленный по его предложению на базе универсально-заточного станка 3А64. Известна и конструкция координатно-шлифовального станка, изготовленного на базе координатного сверлильно-разметочного станка.

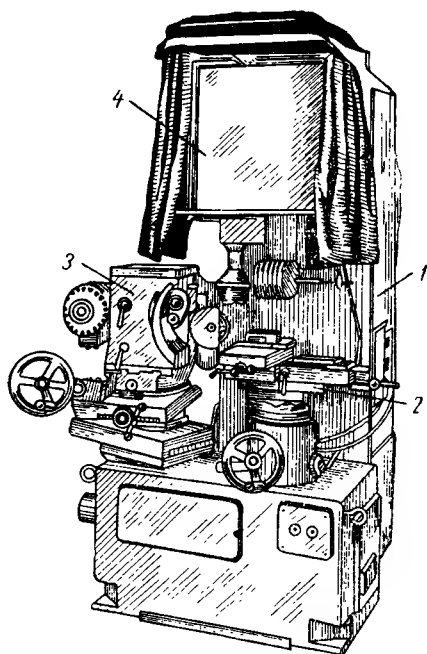
Характерными особенностями координатно-шлифовальных станков являются наличие точного шпинделя, приспособленного для работы кругами малых диаметров (начиная с диаметра 3 мм), и устройства для точных перемещений детали по координатам, а также для отсчета величины этих перемещений. Подобные устройства могут быть вмонтированы непосредственно в конструкцию станка или же выполнены в виде координатных приспособлений, устанавливаемых на поверхность рабочего стола.

4. ОПТИЧЕСКИЕ ПРОФИЛЕШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

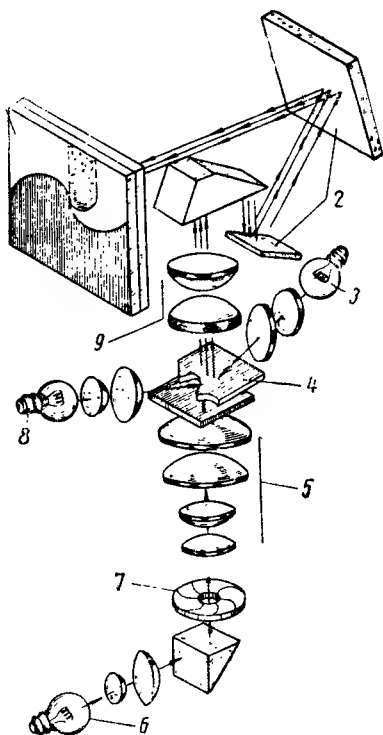
Оптические профилешлифовальные станки служат для точной обработки небольших, но сложных профилей деталей. Они позволяют производить наблюдение за ходом шлифования по экрану проекционного устройства или через окуляр микроскопа.

Одна из современных конструкций таких станков показана на фиг. 65. Это оптический профилешлифовальный станок модели 375. Станок состоит из станины 1, соединяющей воедино основные узлы станка, к которым относятся координатный стол 2, шлифовальная

головка 3 и проектор 4. Детали закрепляются непосредственно на координатном столе 2 или же в различных приспособлениях. Закрепленная деталь может перемещаться крестообразным суппортом стола на точные расстояния в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Этими движениями контур детали подводится к центру объектива проектора и устанавливается по отношению к линиям чертежа на экране. Продольное перемещение координатного стола равно



Фиг. 65. Оптический профишлифовальный станок.



Фиг. 66. Оптическая схема профишлифовального станка:

1 — экран проектора; 2 — зеркало; 3 и 8 — источники отраженного света; 4 — предмет; 5 — конденсатор света; 6 — источник проходящего света; 7 — диафрагма; 9 — объектив проектора.

150 мм, поперечное 60 мм и вертикальное 100 мм. Шлифовальная головка 3 производит рабочие движения и установочные перемещения абразивного круга. Она не только сообщает ему главное движение — его окружную скорость, но и возвратно-поступательное движение подачи детали, а также позволяет регулировать ее величину. Головка с суппортными устройствами дает возможность направлять подачу детали под различными углами к плоскости координатного стола и менять по отношению к ней расположение

оси вращения абразивного инструмента. Такая конструкция шлифовальной головки делает станок универсальным и особенно пригодным для шлифования режущих — кромок профильных инструментов.

Проектор и его оптическая система (фиг. 66) служат для создания на экране увеличенных теневых изображений контуров детали и абразивного круга, сравниваемых с увеличенным контуром детали, вычерченным на кальке и помещенным на экран проектора. Экран состоит из двух стекол, между которыми и находится этот увеличенный в 50 раз чертеж детали. Пользуясь линиями экрана, шлифование ведут до тех пор, пока тень детали не сольется с его изображением на экране.

Пользуясь экраном такого станка, можно обрабатывать профили деталей с размерами, не выходящими за пределы 10 x 10 мм, так как 50-кратное увеличение профиля займет всю площадь экрана проектора размером 500 X 500 мм. Однако возможности станка не ограничиваются этими малыми размерами профиля. Применение совмещенных чертежей позволяет вести шлифование профилей, доходящих по своим размерам до 150 X 60 мм.

Что же представляет собой совмещенный чертеж? Если весь профиль детали разбить на квадраты размерами 10 X 10 и увеличенные изображения профилей перенести так, как они расположены в каждом из квадратов на кальку размером 500 X 500, получится то, что называется совмещенным чертежом. При шлифовании по совмещенному чертежу переход от обработки одной части профиля к другой осуществляется перемещением детали координатным столом на нужное расстояние.

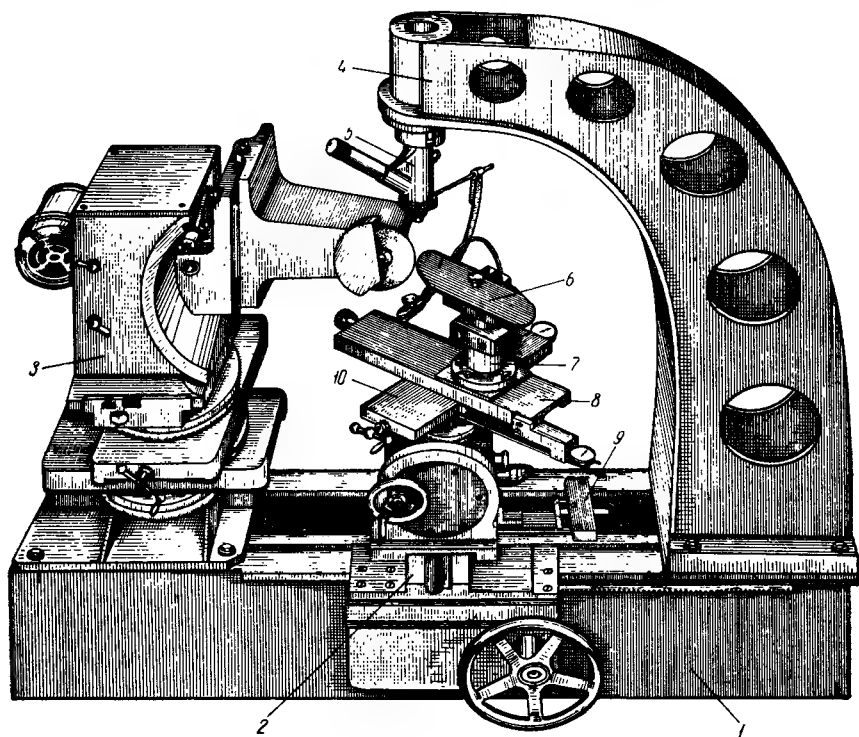
Оптический профишлифовальный станок отличается высокой точностью обработки и поэтому припуски, оставляемые на последующую доводку сложных профилей, могут не превышать 0,015—0,025 мм. Точность работ, выполняемых на этом станке, зависит прежде всего от точности увеличенного изображения профиля и от опыта рабочего в управлении шлифовальной головкой.

Специальное приспособление станка дает возможность шлифовать профиль детали, представляющей собой тело вращения, и, таким образом, успешно выполнять профильно-шлифовальные операции при изготовлении профилировочных роликов, дисковых резцов и некоторых других подобных инструментов.

Принципиально новая конструкция оптического профишлифовального станка (фиг. 67) создана и внедрена в производство слесарем-новатором Свердловского турбомоторного завода Н. Н. Мокряковым. Работая на таком станке уже в течение нескольких лет, он добился значительно более высокой производительности труда, по сравнению с работой на других конструкциях станков, этого типа.

Главная особенность станка Н. Н. Мокрякова состоит в том, что для шлифования самого сложного профиля не требуется точный

чертеж его контура. Рабочий в значительной мере освобожден от непрерывного и пристального наблюдения за ходом шлифования через микроскоп или на экране. Оптика здесь служит только средством настройки и ограничения движений механизмов станка, а также средством проверки контура готовой детали.



Фиг. 67. Оптический профишлифовальный станок конструкции Н. Н. Мокрякова.

Основные узлы этого станка смонтированы на станине 1 и суппорте 2 обычного токарного станка. Слева на станине смонтирована шлифовальная бабка 3 оптического профишлифовального станка (типа модели 375) со всеми ее супортными устройствами. Справа на этой же станине установлен кронштейн 4 с визирным микроскопом 5 координатно-разметочного станка. На верхней плоскости супорта 2 установлена оптическая делительная головка типа ОДГ, торец шпинделя которой служит основанием для перекрестного координатного стола. Координатный стол состоит из нижних салазок 10, верхних салазок 8 и крепежного приспособления 7 для дета-

лей 6. Супорт 2 может устанавливаться на любом расстоянии от упора 9 по блокам концевых мер.

Супортное устройство станка позволяет производить любые линейные, угловые и дуговые перемещения по отношению к началу координат станка, которым является перекрестие визирного микроскопа. Настройка супортного устройства и его рабочие перемещения при шлифовании производятся по визирному микроскопу, окуляру оптической делительной головки, блокам концевых мер, и индикаторам верхней супортной части и по блокам концевых мер и упору 9.

Автор станка и сейчас продолжает работать над усовершенствованием своего станка и, в частности, над разработкой автоматической подачи-

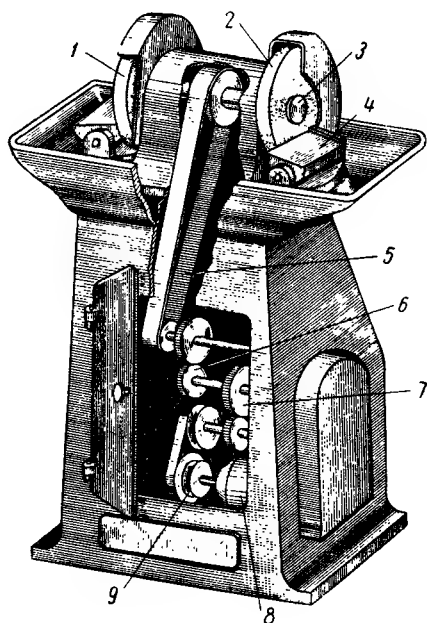
ГЛАВА IV

ИНСТРУМЕНТАЛЬНО ДОВОДОЧНЫЕ СТАНКИ

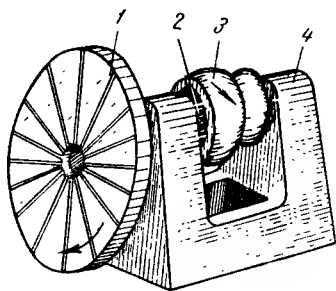
1. СТАНОК ДЛЯ ДОВОДКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Доводка режущего инструмента и особенно инструмента, оснащенного твердыми сплавами, значительно повышает его стойкость. Наиболее производительна она осуществляется на доводочном станке чугунными дисками с нанесенной на их поверхность пастой из карбида бора или карбида кремния. Использование для этой цели чугунных дисков дает хорошее качество доведенной поверхности, а процесс доводки дисками является универсальным способом улучшения поверхности. Этот процесс позволяет доводить дисками соответствующей формы не только плоские режущие кромки, но и профильные.

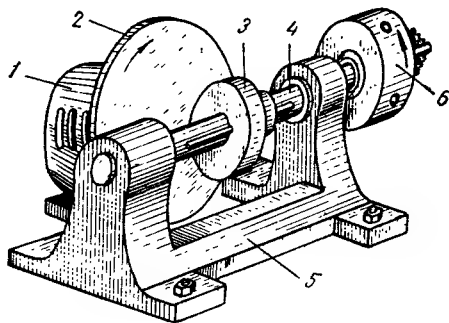
Станок, назначение которого состоит в доводке режущих кромок твердосплавного инструмента чугунными дисками, приведен на фиг. 68. Доводка здесь производится одним из двух чугунных дисков 1 или 2, расположенных на концах шпинделя 3. Возле каждого диска находится поворотное приспособление 4 для установки обрабатываемого инструмента. Диски станка имеют две скорости вращения 1,5 и 2,6 м/сек. и получают движение от электродвигателя 8. От этого же двигателя движение передается шпинделю через ременную передачу 5 к 9, две пары шестерен 7 и 6. Доводка на этом станке, как указывалось ранее, ведется пастами из карбида бора, а режимы работы характеризуются следующими данными: окружная скорость диска 1,5' 2,5 м/сек; подача детали приблизительно 1 м/сек; давление на диск — 150—200 г/см²; зернистость абразива 170—320.



Фиг. 68. Станок для доводки твердосплавного режущего инструмента.



Фиг. 69. Доводочная бабка с диском.

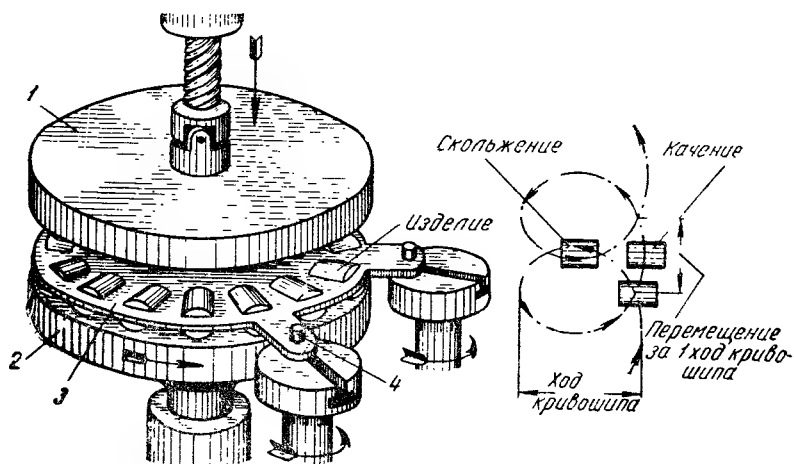


Фиг. 70. Доводочная бабка для цилиндрических деталей:

1 — мотор с редуктором; 2 — фрикционный диск; 3 — ролик.

2. ДОВОДОЧНЫЕ СТАНКИ И БАБКИ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Для механической доводки измерительного инструмента и некоторых деталей измерительных приспособлений используются различные конструкции доводочных станков и доводочных бабок. Так, например, широко применяются универсальные доводочные станки и бабки для круглых поверхностей; бабки с притирочными дисками для доводки плоских поверхностей. Находят применение и специальные станки: станки для доводки плоскопараллельных концевых мер, станки для доводки пассаметров и микрометров, станки для доводки штихмасов и, наконец, станки для шлифования и доводки скоб. Однако специальные доводочные станки применяются главным образом на специализированных инструментальных заводах.



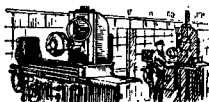
Фиг. 71. Схема работы доводочного станка.

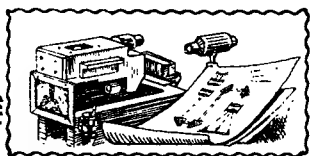
Доводочная бабка с притирочным диском 1 (фиг. 69) служит для доводки плоскостей и очень проста по своей конструкции. Его шпиндель 2 приводится в движение ременной передачей от отдельного электродвигателя через шкив 3 и вращается в подшипниках, смонтированных в станине 4. При работе на ней деталь слегка прижимают к поверхности притирочного диска и медленно водят от центра диска к его краю и обратно, иногда поворачивая по плоскости диска в разных направлениях.

Доводочная бабка для цилиндрических поверхностей (фиг. 70) состоит из фрикционного диска 2, который вращается электродвигателем 1 и силой трения, действующей между ними, приводит в движение ролик 3. Ролик имеет возможность скользить по шпокке вдоль шпинделя 4 доводочной бабки 5. На шпиндель навёрнут

патрон 6, в котором устанавливаются обрабатываемые детали или оправки для них. Если изменить расстояние ролика от центра фрикционного диска, то шпиндель изменит число оборотов, понизив или увеличив окружную скорость детали, закрепленной в патроне. Перемещение притира (подача детали) производится вручную.

Схема работы одного из универсальных доводочных станков приведена на фиг. 71. Его верхний притирочный диск 1 во время работы неподвижен, но давит своим весом на деталь. Нижний же притирочный диск 2 вращается. Детали свободно располагаются в гнездах обоймы 3, которая получает колебательное движение от пальца кривошипа 4. Этот кривошип расположен эксцентрично к оси вращения притирочного диска. В результате этого детали проходят путь по кривой, показанной на схеме. Этот путь представляет сложное движение, которое состоит вначале из скольжения по притирочному диску, затем качения и скольжения одновременно, затем качения, вновь качения и скольжения и т. д. Производительность подобных станков велика, они дают хорошую чистоту поверхности детали и позволяют доводить не только цилиндрические, но и плоские поверхности после установки соответствующей обоймы.





ОСНОВЫ СЛЕСАРНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА

ГЛАВА I

ТЕХНИКА ОБРАБОТКИ НЕЗАКАЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

1. ТОЧНАЯ РАЗМЕТКА

Разметка одна из ответственных операций в инструментальном деле. Ею пользуются для наметки границ обработки, проверки правильности выданных заготовок или установки детали при обработке в исходное положение. Она применяется также и для нанесения измерительных рисок и шкал инструмента и приборов. Качество выполнения разметки, как правило, никем не проверяется, а поэтому она, особенно лекальная разметка, требует высокой точности исполнения, большой внимательности и аккуратности.

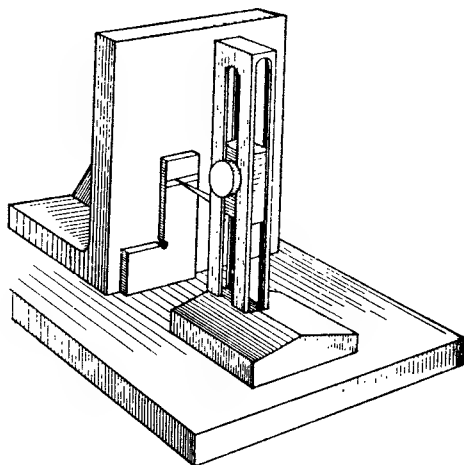
Лекальная разметка, как и разметка обыкновенная, разделяется на плоскостную и пространственную. Плоскостная разметка применяется для деталей, изготавливаемых из листового материала. Выполнение ее не отличается от выполнения производственного чертежа, а применяемый инструмент похож на чертежный инструмент. Пространственная разметка существенно отличается от черчения и плоскостной разметки. Ее приемы представляют процесс обратный техническому проектированию детали на плоскость. При пространственной разметке размечаются отдельные линии, расположенные по различным направлениям в пространстве. Это достигается использованием вспомогательной плоскости — разметочной плиты.

Точные результаты разметки могут быть получены тщательной подготовкой поверхности для нанесения линий (предварительное шлифование) и применением более точного измерительного и разметочного инструмента. В связи с этим для лекальной разметки широко используются концевые меры длины с принадлежностями, а также угловые меры. С помощью их можно добиться высокой точности расположения рисок путем составления блоков любых размеров с гарантированной точностью 0,001 мм. Для разметки концевые меры вставляются в специальную подставку (см. фиг. 41, в), пре-

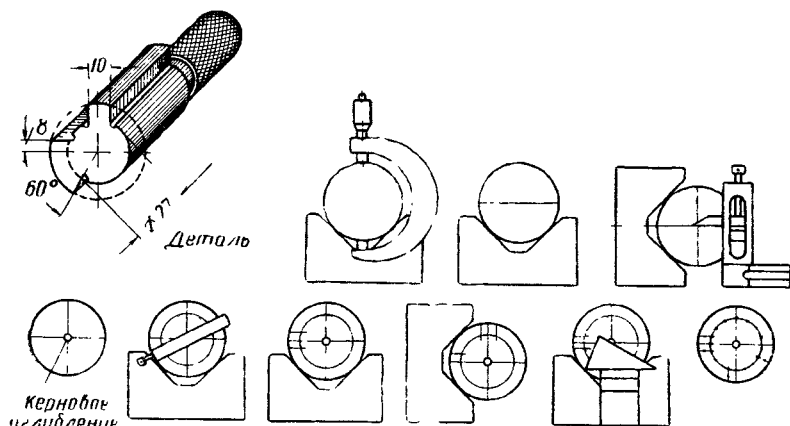
вращающую их в штангенрейсмас с плоской чертилкой (фиг. 72). Можно пользоваться концевыми мерами и без применения этой подставки, подкладывая под нижнюю плоскость чертилки блоки необходимых размеров. Разметка окружностей также может быть произведена концевыми мерами с принадлежностями, изображенными на фиг. 41. Для нанесения угловых рисок, кроме угловых мер, применяются универсальные и оптические угломеры.

Познакомимся с двумя характерными примерами, по которым можно получить ясное представление о приемах точной разметки.

В первом из них нужно разметить под фрезерование профиль специального двухшпоночного калибра (фиг. 73). Для этой цели его укрепляют в кантовальную V-образную призму и прежде всего определяют располо-



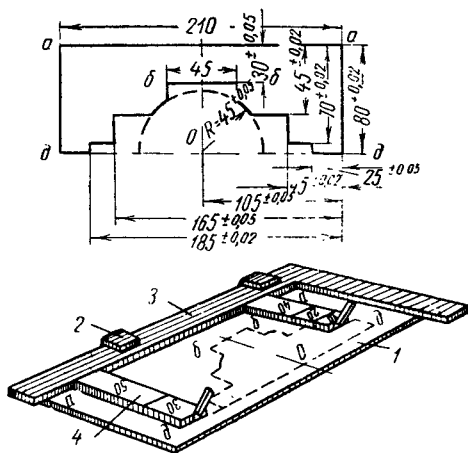
Фиг. 72. Нанесение рисок блоками концевых мер с подставкой.



Фиг. 73. Разметка двухшпоночного калибра.

жение центра детали. Чтобы найти центр, нужно микрометром измерить диаметр детали и, рассчитав необходимую величину блока концевых мер, нанести плоской чертилкой, укрепленной в подставке, две взаимноперпендикулярные риски. Пересечение этих рисок и будет центром детали. Найденный центр пакернивает-

ся. Это даст возможность провести риску по окружности диаметром 27 мм, для чего в струбчинку (см. фиг. 41, б) вставляют блок концевых мер с размером 13,5 мм, центровую ножку и чертилку, и, закрепив их, проводят окружность. Так же как наносились риски для нахождения центра детали, проводятся две риски, образующие размер 10, а после кантовки призмы — риска с размером 8. В заключение остается сделать наклонную риску, что и выполняется с помощью угловой меры 30 или 60°. Размеченный таким образом профиль весь накернивается.



Фиг. 74. Разметка плоского профильного калибра.

ку вместе с блоком концевых мер вдоль кромки угольника, го получится риска *бб*. Таким же образом, действуя блоками и чертилкой, проводят остальные риски в размеры 45, 70 и 80 мм. Воспользовавшись после этого другой стороной угольника, наносят ряд рисок, перпендикулярных первым и соответствующих размерам 25, 45, 105, 165, 185, 210 мм, а также размеру 45 мм, секущему окружность. Полуокружность радиуса 45 мм размечается из центра *О* штангенциркулем, установленным на этот размер. В заключение операции остается накернить риски, после чего деталь может быть передана на дальнейшую механическую обработку.

Лекальная разметка — весьма трудоемкий процесс. Поэтому очень важно сокращение потерь рабочего времени на этой операции. Чистота и порядок — основные условия правильной организации рабочего места на разметке. Так, грязь изнашивает разметочные плиты, портит приспособления и инструмент, снижает точность разметочных работ. Однако сказанное не решает успеха полностью. Затраты времени на разметку могут быть серьезно сокращены применением пооперационной разметки, разметки по шаблонам и широким использованием специальных приспособлений, уменьшающих трудовые затраты на проведение данной операции.

В другом случае (фиг. 74) требуется разметить профиль плоского калибра. Выполняя эту задачу, на заготовке 1, предварительно окрашенной раствором медного купороса, укрепляют струбчинками 2 слесарный угольник 3, по кромке которого наносят плоской чертилкой риски *аа* и *ад*. Затем к кромке угольника прикладывают блок концевых мер 4 высотой 30 мм. Если теперь перемещать плоскую чертилку

2. ОПИЛИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

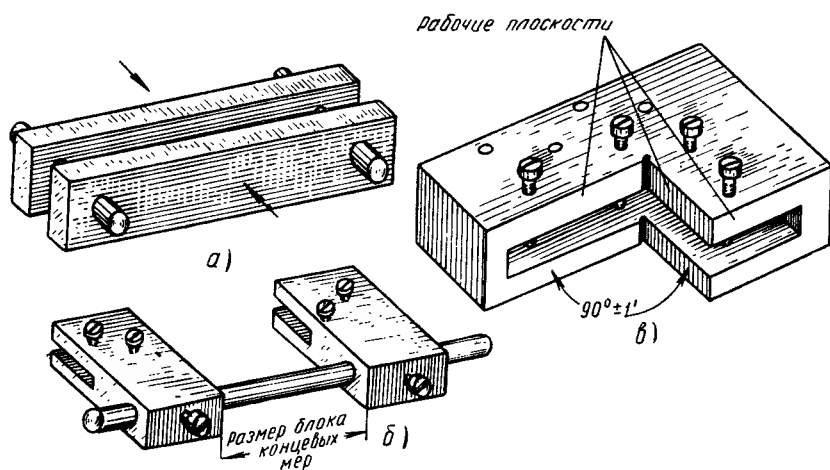
Процесс опилования хорошо известен и поэтому он не нуждается в обстоятельном описании. Однако на некоторых особенностях этого процесса, которые наиболее важны для слесаря-инструментальщика, следует остановиться. К числу таких вопросов относятся прежде всего выбор очередности обработки сторон детали, образование геометрически правильной плоскости, способы получения профильных поверхностей и, наконец, методы образования симметричных профилей.

Первому из перечисленных вопросов часто не придается необходимого значения. Тем не менее, правильный выбор очередности обработки сторон детали серьезно влияет на правильность обработанной детали.

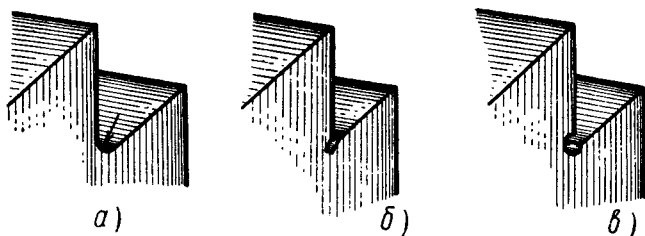
Лучшей очередностью будет такая, при которой первой обрабатывается наибольшая по площади сторона детали. Это дает возможность создать надежную установочную и измерительную базу для дальнейшей обработки. Следующей должна быть обработана сторона, параллельная первой, что позволит получить надежную базу для последующего закрепления детали. После обработки этих сторон можно перейти к обработке узкой стороны детали, причем именно той, которая имеет наибольшую протяженность и может служить второй базой для последующей обработки детали. Использование обработанных первой и третьей сторон детали, как базы, позволяет обработать параллельно третьей стороне четвертую сторону, а затем пятую и, наконец, шестую. Порядок обработки последних сторон безразличен, но важно, чтобы их обработка велась от базовых сторон детали, что даст наиболее правильные результаты.

Образование геометрически правильной плоскости напильником представляет известную трудность и даже при высокой квалификации рабочего требует длительного времени и большой сноровки. Процесс создания плоскости значительно ускоряется и упрощается применением специальных слесарных рамок или наметок, изображенных на фиг. 75. Деталь устанавливается внутри рамки так, чтобы ее рабочие плоскости расположились на уровне окончательно обработанной плоскости детали, после чего рамка вместе с деталью закрепляется в тисках. Опиливание ведется до тех пор, пока зубья напильника не станут касаться обеих плоскостей наметки.

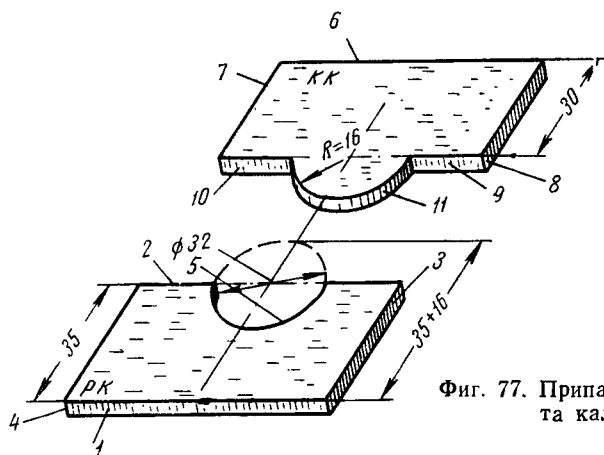
При обработке плоскостей, образующих двугранные углы меньше 180° , труднее всего получить острую вершину угла, так как от напильника образуется галтель (фиг. 76, а). Чтобы избежать образования галтели, в месте расположения вершины угла делают ножовочную прорезь (фиг. 76, б) или сверлят небольшое отверстие (фиг. 76, в), если это допускает конструкция детали. Прорези углов или высверловки в инструментальном производстве носят название



Фиг. 75. Слесарные рамки для припиливания:
а — плоскостей; б — пазов; в — прямых углов.



Фиг. 76. Угловые подрезки.



Фиг. 77. Припасовка комплекта калибров.

угловых подрезок. Опиленные плоскости проверяются лекальной линейкой на просвет.

Получение профильной поверхности детали — один из сложных вопросов слесарного мастерства и поэтому на нем следует остановиться. Наиболее простым и рациональным способом обработки в данном случае является опи́ливание по копиру. Такой способ образования поверхности ничем по существу, не отличается от обработки детали с помощью слесарных рамок. Однако и он, несмотря на большие удобства, оказывается применимым только тогда, когда в производстве находится большое количество одинаковых деталей. Этим способом часто пользуются и в том случае, когда уже имеется образец такой детали, который можно использовать как слесарный копир. Также несложно опи́ливание по разметке, но получаемая при этом точность невелика.

Эти недостатки описанных выше способов заставляют образование профильных поверхностей производить с помощью опи́ливания профиля по отдельным его элементам. Геометрическую форму и расположение этих элементов измеряют универсально-измерительными инструментами или спариванием их с элементными вспомогательными калибрами, называемыми выработками. Работа по такому технологическому процессу требует высокой квалификации исполнителя.

Процесс изготовления любого спаренного профиля — есть процесс пригонки ряда поверхностей друг к другу. Метод пригонки состоит в том, что обрабатываемой поверхности придается форма, противоположная форме калибра, к которому пригоняется деталь, причем между пригнанными поверхностями не должно быть просвета. Такая пригонка называется *спариванием* или *припасовкой*.

При изготовлении профилей методом припасовки, деталь всегда припасовывается к калибру. Если же спаривается калибр с контркалибром, то порядок обработки не имеет значения.

За технологией припасовки можно проследить на примере изготовления комплекта калибров, изображенного на фиг. 77. В данном комплекте важно образовать правильную полуокружность и расположить центр ее точно в плоскости 2. Для осуществления наиболее простого варианта технологического процесса необходимо вначале изготовить рабочий калибр с профилем в виде впадины. Тогда не потребуется изготавливать специальную выработку для припасовки полуокружности контркалибра.

Итак, первым обрабатывается рабочий калибр. Сначала опиливается его сторона 2, после этого образуется полуокружность 5. Правильность контура полуокружности проверяется на просвет по гладкому калибру диаметром 32 мм а расположение ее центра по отношению к плоскости 2 микрометром от поверхности 1 до крайней образующей калибра. Показание микрометра при этом должно равняться сумме высоты детали и радиуса калибра, т. е. если фак-

тическая высота детали равна 35,05 мм, а диаметр калибра 32 мм, то показание микрометра, следовательно, должно быть равным 51,05 мм. Закончив, таким образом, обработку одного профиля, переходят к обработке профиля контркалибра. После удаления излишков металла на поверхностях 9, 10 и 11, в местах их сопряжения делаются небольшие ножовочные подрезки и затем опиливаются ребра 9 и 10 с расчетом, чтобы они оказались параллельными базе 6 и находились на одной высоте. Это условие легко проверить измерением размера 30 мм микрометром. Теперь остается окончательно припилить полуокружность и, используя для проверки правильности работы ранее обработанную полуокружность рабочего калибра.

В рассматриваемом примере мы исходили из предположения, что стороны комплекта 1, 3, 4, 6, 7 и 8 были обработаны ранее.

Несмотря на то, что полуокружности калибра и контркалибра будут припилены точно друг по другу, может оказаться, что при повороте контркалибра на 180° по отношению к рабочему калибру появятся значительные просветы в их профиле. Поэтому работу можно считать законченной, когда при таких поворотах просветы будут отсутствовать. Это означает, что профиль припилен точно и симметрично расположен относительно своей оси.

3. ШАБРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ

Шабрение применяется в инструментальном производстве, как окончательный процесс обработки незакаленных поверхностей. Этому виду обработки подвергаются очень многие поверхности измерительного инструмента, приборов и станочных приспособлений. Широкое применение шабрения объясняется особыми качествами полученной после него поверхности. Эти качества состоят в следующем:

1. Шаброванная поверхность в отличие от шлифованной или полученной притиркой абразивами, более износостойка, потому, что не имеет шаржированных в ее поры остатков абразивных зерен, ускоряющих процесс износа.

2. Шаброванная поверхность лучше смачивается и дольше сохраняет смазывающие вещества, благодаря наличию так называемой «разбивки» этой поверхности, что также повышает ее износостойкость и снижает величину коэффициента трения обработанной поверхности.

3. Характер шаброванной поверхности позволяет использовать самый простой и наиболее доступный метод оценки ее качества — по числу пятен на единицу поверхности.

Качество шаброванной поверхности может быть оценено по данным, приведенным в табл. 11.

Правильную плоскость при шабрении можно, получить тремя различными способами:

Таблица 11

Качество шаброванной поверхности

Классы точности шаброванной поверхности	Минимальное количество пятен в квадрате 25×25 мм	Допускаемые отклонения от идеальной плоскости в микронах*	Примерное соответствие качества поверхности классам чистоты по ГОСТ 2789—51
0	25	± 3 до ± 6	$\nabla \nabla \nabla$ 9
1	25	± 6 до ± 12	$\nabla \nabla \nabla$ 8
2	20	± 12 до ± 25	$\nabla \nabla \nabla$ 7
3	12	± 30 до ± 60	$\nabla \nabla$ 6

* Наименьшие значения даны для плоскости 100×200 мм, наибольшие — для плоскости 1000×1500 мм.

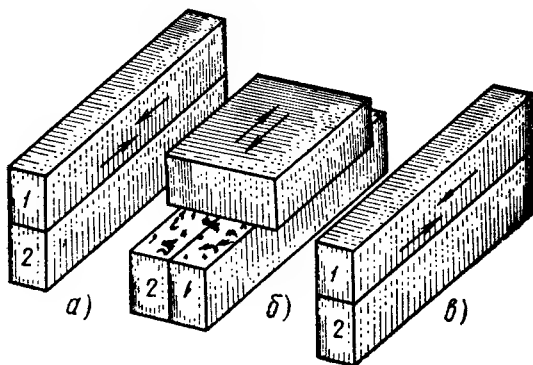
- а) методом пришабривания к контрольной плите;
 б) методом совмещения граней;
 в) методом трех плит.

Наименее точным является первый метод. Однако он прост и пригоден для получения шаброванных поверхностей 2 и 3 классов точности. Метод состоит в окрашивании обрабатываемой поверхности с помощью контрольной плиты, а затем в удалении окрашенных мест шабером до такого состояния, когда при соприкосновении с контрольной плитой поверхность будет окрашиваться равномерно.

Второй метод применяют при шабрении рабочих граней деталей прямоугольно-призматической формы.

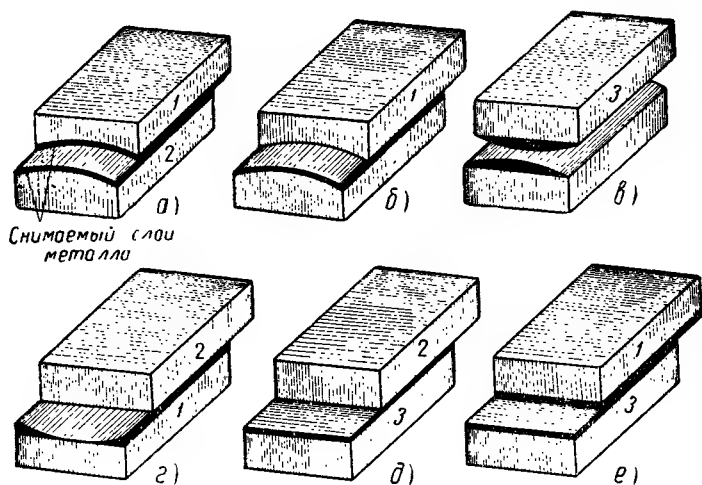
Согласно этому методу требуется, чтобы боковые, нерабочие грани детали были предварительно обработаны. Пришабривание начинается с взаимной пригонки двух рабочих граней (фиг. 78, а). Затем шаброванные грани совмещаются друг с другом (фиг. 78, б). Такое совмещение позволяет одновременно проверить обе шаброванные поверхности одной и той же контрольной плитой. По окончании данного цикла переходов процесс повторяется снова (фиг. 78, в).

Шабрение по методу совмещения граней дает более точные плоскости и гарантирует их перпендикулярность боко-



Фиг. 78. Метод совмещения граней при шабрении.

вым сторонам детали. Если же требуется пришабрить грани детали параллельно одной из ее сторон, можно применить этот же метод, но при совмещении уже воспользоваться не боковыми, а параллельными плоскостями. Совмещение граней осуществляется установкой деталей на второй контрольной плите, и процесс обработки, таким образом, ведется между двумя контрольными плитами.



Фиг. 79. Метод трех плит.

Третий метод — метод трех плит — является самым точным способом шабрения, дающим возможность получить правильные плоскости независимо от точности имеющегося в наличии поверочного инструмента. Он состоит в следующем. Каждой из трех обрабатываемых плит присваивается порядковый номер. Если пришабрить плиту с номером 1 и плиту с номером 2 друг к другу, снимая для этой цели металл с поверхностей обеих плит (фиг. 79, а), то шаброванные поверхности могут оказаться и не плоскими. Скорее всего одна из них будет выпуклой, а другая — вогнутой, несмотря на то, что равномерное распределение пятен по этим поверхностям скроет от нас этот дефект. Чтобы обнаружить, а затем и исправить подобные отклонения от правильной плоскости, поверхность плиты 3 пришабривают, пользуясь для проверки на краску плитой 1 (фиг. 79, б). Тогда поверхность плиты 3 получит такую же форму, что и поверхность плиты 2 со всеми теми же отклонениями от идеальной плоскости. Поскольку в результате этого получается две совершенно одинаковые поверхности плит 2 и 3, их можно приложить друг к другу (фиг. 79, в) и тогда все отклонения станут явными. Снимая по возможности равномернее металл с выступающих частей обеих плит и таким образом, пришабруя их друг к

другу, мы еще более приблизимся к образованию правильных плоскостей. Теперь можно использовать одну из плит, например плиту 2, в качестве контрольной и пришабрить по ее поверхности сначала плиту 1 (фиг. 79, *з*), а затем и плиту 3 (фиг. 79, *д*). Так снова окажутся у плит 1 и 3 две одинаковые поверхности, но уже более точные, чем в первом случае. Накладывая их вновь друг на друга (фиг. 79, *е*), можно таким же образом обнаружить отклонения этих поверхностей от идеальной плоскости. Повторяя такой цикл обработки и дальше, мы все больше будем приближаться к геометрически правильной плоскости на всех трех плитах.

Нужно отметить, что в последнее время находит применение новая технология шабрения, отличная от рассмотренной нами ранее. Эта технология шабрения совмещает процесс шабрения с процессом доводки. После предварительного шабрения на обрабатываемую поверхность наносят слой разведенной керосином пасты ГОИ и притирают поверхность чугунной плитой до потемнения пасты, повторяя процесс 3—4 раза. Затем производят разбивку поверхности и вновь притирают. Для успешного ведения процесса обработки следует применять притирочные плиты из более мягкого материала, чем материал детали.

Данная технология применяется для получения высших классов точности поверхностей и оказывается в 1,5—2 раза производительнее обычного шабрения точных поверхностей.

4. МЕТОДЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОФИЛЕЙ ТОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

Вспомним принципы, о которых говорилось ранее в связи с построением технологического процесса, а именно правило «единства баз», правило наименьшего числа установок и правило кратчайших путей. Эти правила находят практическое применение в работе каждого квалифицированного слесаря. И все же они касаются только общих вопросов построения любой технологии, но не конкретизируют как добиться высокой точности образуемого рабочего профиля инструмента. О том, как этого добиться, расскажем ниже.

Прежде всего необходимо обеспечить точные измерения детали, поскольку процесс производства и процесс измерения в инструментальном деле неразрывно связаны друг с другом.

Известно четыре метода точного контроля профиля инструмента:

а) метод теневого изображения, при котором увеличенное изображение профиля рассматривается на экране или под микроскопом;

б) метод непосредственного измерения отклонений элементов профиля универсальными измерительными средствами;

в) метод определения величины световой щели между деталью и инструментом, иначе называемый контактным методом или же методом контроля на просвет;

г) метод блестящего следа, при котором убеждаются в соответствии детали ее эталону с помощью лекальной линейки, оставляющей след при движении по поверхности двух сравниваемых предметов, установленных на контрольной плите.

Самым совершенным из перечисленных методов является метод теневого изображения, а наиболее распространенным — метод световой щели.

Известно, что при пользовании методом световой щели производственный процесс представляет собой ряд операций по пригонке профиля детали к профилю калибра, имеющего профиль обратный профилю детали. Этот процесс называется п р и п а с о в к о й .

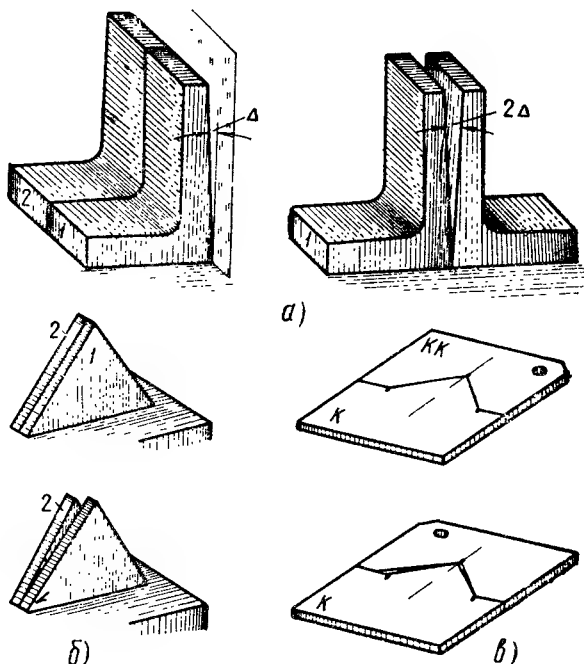
Качество припасовки контролируется на просвет. При таком способе проверки деталь и калибр обязательно должны быть расположены в одной плоскости, например, на куске оконного стекла, чтобы величина просвета не искажалась от неправильного расположения сравниваемых предметов. Точное соответствие профиля предметов особенно важно в производстве калибров, где калибры очень часто припасовываются к ранее изготовленным контркалибрам с целью сохранения единства размеров у всех экземпляров: и тех, которые уже находятся в эксплуатации, и тех, которые изготавливаются вновь.

Тем не менее и при таком способе производства качество припасовки будет не высоким, если учесть, что как калибр, так и контркалибр, при самой точной припасовке могут иметь иногда не заметные, но существенные отклонения. Следовательно, инструментальщики должны располагать таким средством, которое бы позволило обнаружить и устранить эти незаметные отклонения. Такое средство существует. Это так называемый п р и н ц и п с и м м е т р и ч н о г о удвоения ошибок .

В чем сущность этого принципа? Дело в том, что если произведена припасовка калибра с симметричным профилем к контркалибру без видимого просвета между ними, при повороте одного из них на 180° между отдельными элементами профиля может оказаться значительный просвет. Просвет становится видимым, так как ошибки профиля, допущенные в припасовке и направленные в одну и ту же сторону, получают при таком повороте противоположное направление, образуя просвет, величина которого равна удвоенной величине ошибки и поэтому легче обнаруживается.

Это замечательное свойство широко используется в технологии точного производства. С практическим применением принципа симметричного удвоения ошибок мы уже имели дело, когда рассматривали способы совмещения граней и трех плит. Так, например, в методе трех плит, пригоняя две поверхности к одной и той же поверхности плиты, рабочий стремился сделать их совершенно одина-

ковыми, чтобы в дальнейшем, приложив их друг к другу, обнаружить по удвоенной величине просвета место и характер допущенных ошибок, а затем и устранить их. Точно также этот принцип был применен нами при совмещении граней во время шабрения. Другие примеры практического применения этого принципа приведены на фиг. 80, а — обработка угольников; на фиг. 80, б — обработка треугольных равносторонних вкладышей; на фиг. 80, в — припасовка калибров к контркалибру.



Фиг. 80. Применение принципа симметричного удвоения ошибок.

Принцип симметричного удвоения ошибок особенно широко применяется в производстве профильных калибров, где его используют как средство, позволяющее достигнуть симметричного расположения элементов профиля. Припасовывая калибр к контркалибру, их периодически поворачивают на 180° по отношению друг к другу и добиваются симметричности профиля за счет уменьшения просветов при поворотах.

Описанный способ припасовки носит название каптовки.

При припасовке калибров с каптовкой очень важен порядок обработки отдельных сторон профиля комплекта. Слесарь-лекальщик А. М. Чугунов рекомендует следующий порядок обработки комплекта, подтвержденный его многолетней практикой:

а) подгонка первой стороны калибра по первой стороне контркалибра;

б) подгонка второй стороны калибра по первой стороне контркалибра;

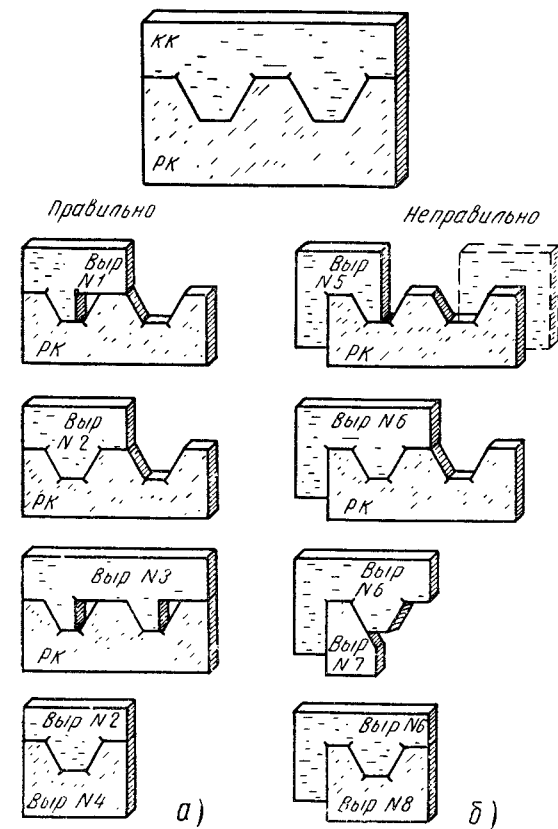
в) подгонка первой стороны контркалибра к первой стороне калибра;

г) подгонка второй стороны контркалибра к первой стороне калибра.

Известно, что профиль детали точен, если он прилегает без видимых просветов к соответствующему профилю калибра или контркалибра. Обычно профили калибра и контркалибра состоят из целой суммы отдельных геометрических элементов. Поэтому затруднительно обрабатывать их сразу по всем элементам. Прилегание профилей достигается последовательной обработкой каждого из эле-

ментов в отдельности, и только после окончательной их готовности профиль может быть проверен соответствующим полным калибром. Это объясняется тем, что еще не обработанные поверхности детали не могут дать полного прилегания комплексного измерительного средства. При таком технологическом процессе проверка может быть осуществлена только элементными калибрами. Вспомогательные калибры, изготовляемые слесарем для контроля отдельных элементов профиля в процессе его обработки, называются выработками.

Применение выработок для элементного контроля в сочетании с калибром или контркалибром для общего контроля — является обязательным условием точного воспро-



Фиг. 81. Система выработок.

изведения профиля. Такой технологический процесс основывается на практическом применении основного принципа точных измерений — принципа подобия, согласно которому предмет может быть точно измерен только в том случае, если одно из измерительных средств проверяет деталь по ее отдельным элементам, а другое — всю деталь в целом, т. е. представляет собой подобие сопрягаемой детали.

Конструкция выработок должна соответствовать принятому порядку обработки, т. е. в качестве измерительных баз для последую-

щих измерений принимаются ранее обработанные стороны калибра. Все выработки конструируются от одной базы, и эта база выбирается такой, чтобы одни и те же выработки оказались пригодными для изготовления детали под закалку и для ее последующей обработки. Если так сконструировать выработки нельзя, то их размеры предусматривают оставление необходимых припусков под закалку.

При конструировании и изготовлении выработок стремятся упростить их конструкцию, а это означает, что профиль выработки должен состоять не более чем из 1—2 элементов. В противном случае снова потребуются дополнительные вспомогательные калибры, изготовление которых повысит стоимость детали. Измерение рабочих размеров выработок должно производиться универсальным измерительным инструментом.

Изложенные правила конструирования выработок в применении к изготовлению сложного углового калибра проиллюстрированы на фиг. 81. Изображенные здесь рабочий калибр *РК* и контрольный калибр *КК* могут быть изготовлены при помощи четырех выработок. Выработка № 1 (фиг. 81, *а*) служит для выполнения угла наклона всех четырех наклонных граней калибра и контркалибра, а также глубины всех впадин и выступов. Выработка № 2 позволяет получить точное расстояние между наклонными гранями впадин. Выработка № 3 дает возможность выдержать точную величину шага между впадинами и выступами контркалибра. И, наконец, выработка № 4 служит для изготовления выступов контркалибра и спаривания размера калибра с размером контркалибра.

На фиг. 81, *б* изображена другая, неудачная, система выработок. Ее недостатки состоят в том, что базы, принятые для контроля, представляют собой дополнительные технологические базы, требующие излишней обработки нерабочих сторон калибра, в чем нет никакой необходимости по условиям эксплуатации калибра. Кроме всего, такие выработки нельзя использовать для обработки калибров после закалки, тогда как размеры выработок, изображенных на фиг. 81, *а*, не зависят от припуска на чистовую обработку.

Изложенное ясно показывает значение выработок, как инструмента, гарантирующего размеры, взаимное расположение элементов профиля и увязку их с размерами комплексных калибров.

ГЛАВА II ПРОФИЛЬНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ

Профильное шлифование — это шлифование точных закаленных поверхностей, которые отличаются по форме и положению от плоскостей, расположенных параллельно и перпендикулярно установоч-

ной базе детали. Профильное шлифование находит применение во всех областях инструментального производства: в изготовлении приспособлений, штампов, режущего и измерительного инструмента.

Шлифование профилей производится на плоскошлифовальных, координатных разметочно-шлифовальных и оптических профиле-шлифовальных станках. Особенно распространено шлифование профилей на обыкновенных плоскошлифовальных станках. Тем не менее, не все плоскошлифовальные станки пригодны для профильного шлифования. Такие станки должны быть негромоздкими, точными и легкими в управлении. Для этого удобны станки с продольным ходом стола, не превышающем 800 мм, с плавнорегулируемым автоматическим и независимым ручным продольным и поперечным его перемещением. Наличие ручных перемещений позволяет наблюдать за характером снятия стружки, качеством обработанной поверхности и создает возможность взаимных, строго определенных передвижений рабочего стола и абразивного круга. Управление станков сосредоточивается у рук рабочего.

Этим требованиям удовлетворяет уже знакомый читателю станок модели СК-371. Для этого его необходимо оснастить приспособлением для работы кругами малых диаметров, быстросменным защитным кожухом, точными индикаторными ограничителями передвижения шпиндельной бабки и стола, а также боковой упорной линейкой магнитной плиты для быстрой установки приспособлений. Тем не менее и при таком оснащении этот станок позволяет обрабатывать не профильные поверхности, а обычные плоскости. Профильное же шлифование потребует еще применения специальных приспособлений, которые создадут возможность точно и производительно, в определенной последовательности обрабатывать прямолинейные и криволинейные профили и получать правильные сопряжения их элементов.

Такие приспособления по характеру выполняемых в них работ можно разделить на четыре группы:

- а) приспособления для шлифования прямолинейных участков профилей;
- б) приспособления для шлифования дуговых участков;
- в) приспособления для точного расположения элементов профиля по окружности;
- г) приспособления для комбинированного шлифования элементов профиля.

Конструкция перечисленных приспособлений будет объяснена параллельно с описанием каждого вида работ.

В заключение укажем, что профильное шлифование может осуществляться одним из двух способов: шлифованием с помощью абразивного круга стандартного профиля или же с помощью профилированного круга, т. е. такого круга, которому придана соответствующая форма профилировочным приспособлением.

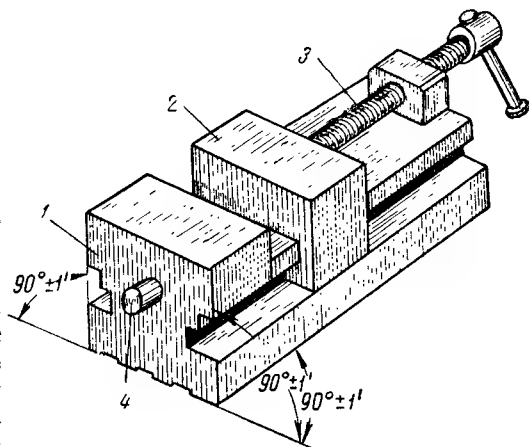
2. ШЛИФОВАНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКОВ ПРОФИЛЯ

Самыми распространенными приспособлениями для установки и закрепления деталей при шлифовании прямолинейных участков профиля являются лекальные тиски, синусные линейки и синусные тиски.

Лекальные тиски (фиг. 82) от обычных машинных тисков отличаются, главным образом, точностью изготовления и возможностью кантоваться во взаимно-перпендикулярных направлениях. Их основание снабжено несколькими нарезанными отверстиями для закрепления тисков на шлифовальных приспособлениях. Основание 1 и губка 2 закалены и точно шлифованы. Вертикальная плоскость основания, выполняющая роль неподвижной губки, подвижная губка, перемещаемая винтом 3, нижняя и боковые стороны основания расположены перпендикулярно и параллельно друг другу. В основании находится запрессованный цилиндрический измерительный штифт 4, от которого ведутся измерения при шлифовании наклонных участков профиля.

Другой вид приспособлений — синусная линейка (фиг. 83) работает по известному принципу измерительных синусных линеек, но позволяет осуществить более прочную и устойчивую установку детали. Устойчивость достигается тем, что после настройки линейки 2 на угол, ее скрепляют с основанием 1 винтом 3 и тягой 4. После такой установки детали могут располагаться или непосредственно на верхней плоскости линейки, или же в устанавливаемых на нее лекальных тисках.

Как шлифуются наклонные участки детали на синусной линейке, показано на фиг. 84. Прежде всего устанавливается синусная линейка 1 с помощью блока концевых мер 2 на необходимый угол α . Затем на ее верхнюю плоскость ставятся лекальные тиски 3, с зажатой в них деталью 5. В тисках деталь расположена так, что ее плоскость K строго параллельна их основанию, а размер от плоскости основания до оси штифта 4, равный h , заранее известен. Также известно и расстояние от оси штифта до плоскости N , которое обозначено этой же буквой. Несложный расчет дает возможность опре-

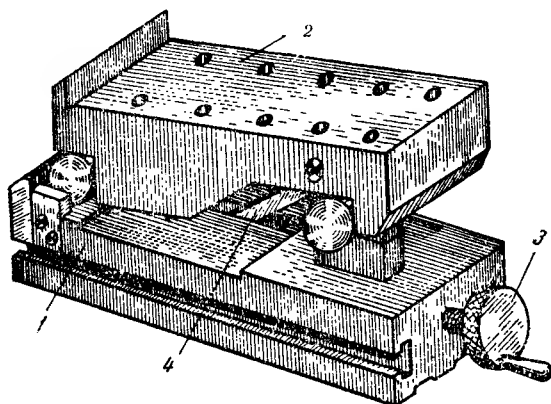


Фиг. 82. Лекальные тиски.

делить нужное расстояние H от оси штифта до шлифуемой плоскости детали:

$$H = \frac{h}{\cos \alpha} - [htg \alpha + (N - l)] \sin \alpha.$$

Шлифование производится абразивным кругом 6 до тех пор, пока расстояние от обрабатываемой поверхности до оси штифта 4 совпадет с расчетной величиной H . Измерение



Фиг. 83. Синусная линейка.

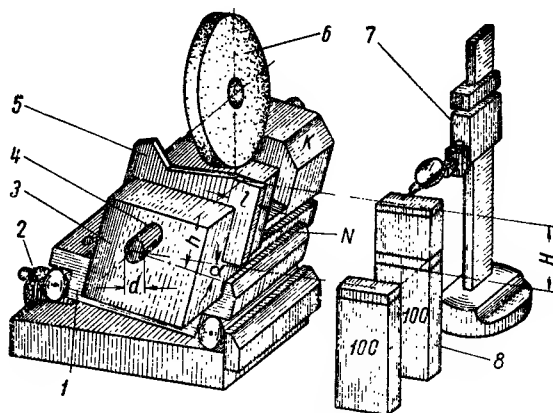
ведется индикатором, укрепленным в штангенрейсмусе 7, которым сравнивается положение обработанной поверхности с положением измерительной плоскости блока 8. Блок 8 состоит из двух частей: нижней части (на фигуре расположена отдельно), которая равна расстоянию от магнитной плиты до оси изме-

рительного штифта тисков и заменяет регулируемый установ, и верхней части, равной величине H .

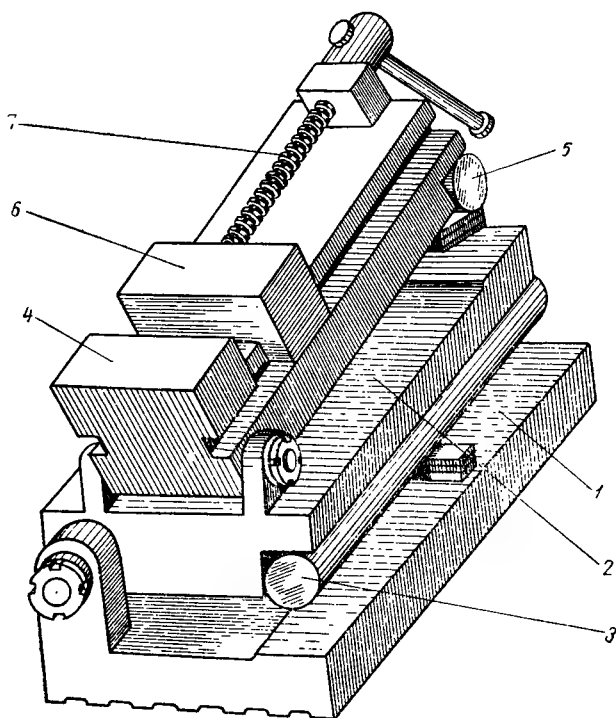
Третий вид приспособлений — это синусные тиски (фиг. 85). Эти тиски упрощают рассмотренную установку и дают более точные результаты шлифования. Конструкция синусных тисков объединяет в себе лскальные тиски и две синусные линейки. Это позволяет шлифовать не только поверхности с одинарным наклоном, но и с двойным. Установка в таких тисках для шлифования плоскостей с одним наклоном, по существу, ничем не отличается от установки на синусной линейке. Установка для обработки плоскостей, имеющих двойной наклон, будет рассмотрена ниже.

Что же представляет собой конструкция синусных тисков? Они состоят из нижнего основания 1, в двух стойках которого может поворачиваться на точных осях и устанавливаться по блокам концевых мер плита 2. В плите укреплен ролик 3, ось которого находится на расстоянии 100 мм от оси вращения плиты. В стойках этой плиты также установлен и поворачивается корпус тисков 4 с роликом 5. Ролик позволяет наклонять корпус на заданный угол по блокам концевых мер. Между неподвижной губкой корпуса и подвижной губкой 6 помещается деталь, которая закрепляется винтом 7 и перекидной рукояткой.

Описанные приспособления служат для шлифования наклонных участков профиля с поворотом детали на заданный угол от устано-



Фиг. 84. Шлифование на синусной линейке.



Фиг. 85. Синусные тиски.

вочной базы. При такой схеме работы профиль абразивного инструмента на форму обрабатываемой поверхности, как правило, влияния не оказывает. Однако, в некоторых случаях бывает необходимо сохранить горизонтальное положение установочной базы детали, а наклонный участок обрабатывать профилированным кругом. Такое профилирование можно произвести специальными профилировочными приспособлениями или использовать эти же синусные приспособления и алмазодержатель, позволяющий перемещать его в плоскости отсчета профилируемого угла.

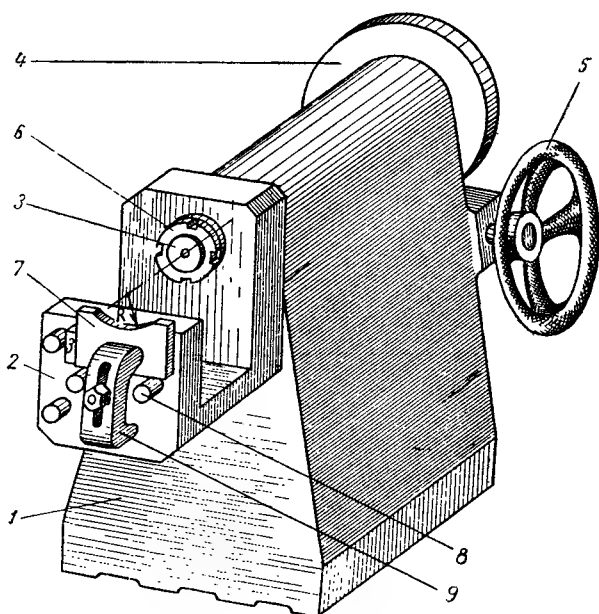
3. ШЛИФОВАНИЕ ДУГОВЫХ УЧАСТКОВ ПРОФИЛЯ

Обработка дуговых участков профиля также ведется как непрофилированным, так и профилированным кругом. В первом случае дугу определенного радиуса можно получить, вращая деталь вокруг центра и постепенно подавая круг к центру дуги, пока периферия круга не окажется от него на расстоянии равном радиусу. Во втором случае деталь шлифуется до тех пор, пока профиль круга не совместится с заданным положением профиля детали.

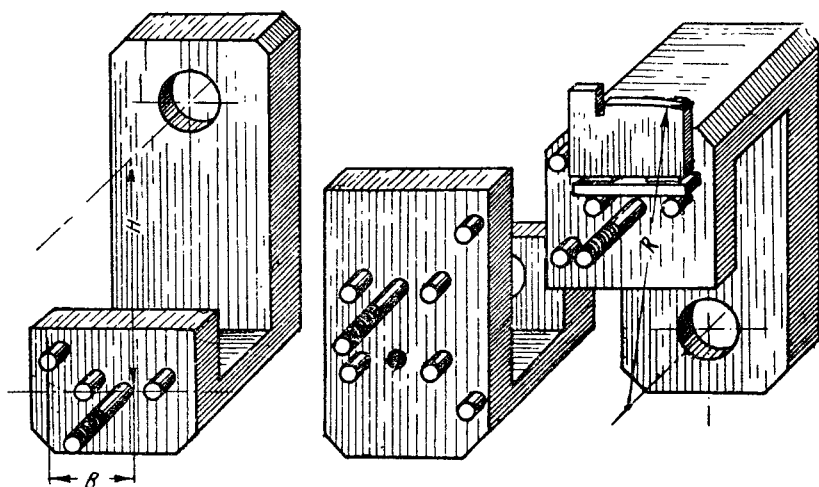
Рассмотрим как шлифуются дуговые участки профиля и какие применяются при этом приспособления. Одно из таких приспособлений, в котором шлифование осуществляется поворотом детали, представлено на фиг. 86. Оно состоит из корпуса 1 и нескольких сменных угольников 2. Угольники надеваются на шпиндель приспособления 3 и закрепляются гайками 6. С задней стороны корпуса имеется червячная пара 4 для вращения шпинделя маховичком 5. На лицевой стороне угольников 2 закрепляются детали 7. Положение деталей определяют опоры 8, а их закрепление производится прихватом 9. Установка деталей на заданный размер от опор может быть произведена по их базовым граням с помощью блоков концевых мер. Величина этих блоков рассчитывается с учетом фактического расстояния от опор до оси шпинделя приспособления.

В приспособлении можно шлифовать как вогнутые, так и выпуклые профили. Перед шлифованием подбирается подходящий сменный угольник (фиг. 87) и закрепляется на шпинделе. На каждом из угольников замаркированы фактические расстояния H и B , знание величины которых позволяет расположить деталь так, чтобы центр образования поверхности совпал с осью шпинделя. В рассматриваемом случае измерения производятся сравнением положения обработанной поверхности с расчетным размером блока концевых мер.

В таких приспособлениях можно шлифовать профили, образованные радиусом до 150 мм. Профили меньшей кривизны обрабатываются в приспособлениях несколько иной конструкции, ось вращения которых вынесена за пределы плоскости магнитной плиты. Профили небольшой протяженности могут шлифовать профилирован-



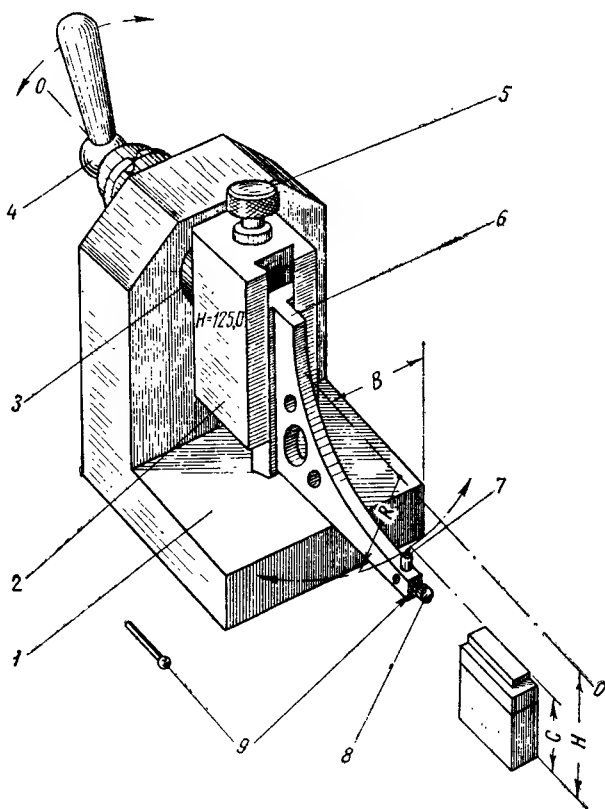
Фиг. 86. Приспособление для шлифования дуговых участков профиля.



Фиг. 87. Сменные угольники к приспособлению для шлифования дуговых участков.

ным кругом и тогда деталь закрепляется в простом крепежном приспособлении или непосредственно на магнитной плите.

Наибольший интерес представляют более сложные профилировочные приспособления. Одно из таких приспособлений показано на фиг. 88. Оно состоит из корпуса 1 и салазок 2, смонтированных на



Фиг. 88. Профилировочное приспособление для дуговых участков профилей.

шпинделе 3 и вращаемых рукояткой 4. Вдоль салазок может перемещаться винтом 5 и менять свое положение относительно оси вращения шпинделя державка 6. Державка выполнена таким образом, что ее тело не мешает подходу алмаза к образующей шлифовального круга. Алмаз 7 может закрепляться в державке винтом 8.

В положении, изображенном на фигуре, приспособление дает возможность профилировать выпуклый профиль круга. Если же державку 6 переместить вверх за ось вращения OO , то острие алмаза будет профилировать вогнутую поверхность. Алмазодержатель 9 позволяет профилиро-

вать вогнутые поверхности небольшого радиуса, для чего он вставляется в торцевое отверстие державки и закрепляется тем же, но переставленным в другое отверстие винтом 8.

Кривизна поверхности, образуемой этим приспособлением, зависит от расстояния между вершиной алмаза и осью OO . Чтобы получить заданную величину радиуса, пользуются блоком концевых мер, установленным на магнитную плиту. С помощью лекальной линейки сравнивают высоту острия алмаза и высоту блока C .

Высота блока C для выпуклой поверхности может быть определена по формуле:

$$C = H - R. \quad (8)$$

Если же профилируется вогнутая поверхность, то:

$$C = H + R, \quad (9)$$

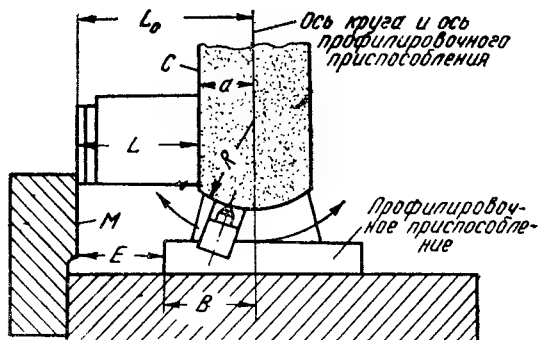
где H — расстояние от плоскости магнитной плиты до оси OO ;

R — радиус дуги профилируемого участка.

При профильном шлифовании находит применение и профилирование абразивного круга роликами. Профилировочный ролик изготовляется из закаленной инструментальной стали и снабжается профилем обратным профилю детали и наклонными канавками, облегчающими профилирование. Ролик устанавливается в центрах специально приспособления и получает принудительное вращение со скоростью 200—300 об/мин. Такое профилирование дает высокую точность шлифования, однако оказывается выгодным только при большой партии деталей, способной окупить изготовление сложного ролика.

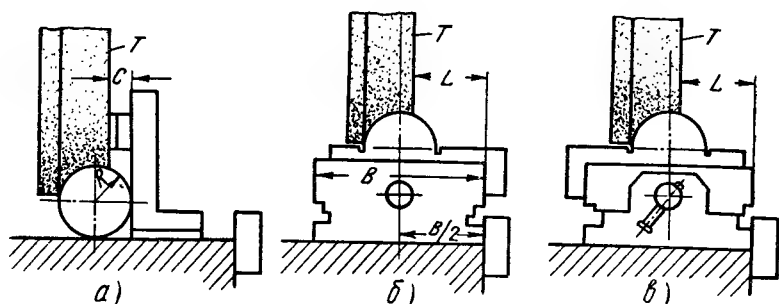
При шлифовании профилированным кругом самым важным вопросом является его точная установка по отношению к базам детали. Эта установка достигается связью во взаимном расположении профилировочного приспособления, абразивного круга, зажимного приспособления и детали.

Предположим, что нам необходимо обработать профиль, ограниченный размерами a и R (фиг. 89). Как и при любом способе обработки, сначала необходимо создать установочную базу, т. е. выправить торцевую поверхность круга C , а затем уже по ней установить стол станка на размер L от плоскости M упора магнитной плиты. Величина L должна быть рассчитана так, чтобы ось профилировочного приспособления после его установки по плоскости M оказалась на расстоянии a от базы C . Поэтому $L = L_0 - a$. Поскольку расстояние B от оси профилировочного приспособления до его установочной базы всегда известно (см. фиг. 88), оно устанавливается по блоку концевых мер, равному величине $E = L_0 - B$, и затем уже профилируется по радиусу. Закончив профилирование, следует установить приспособление с закрепленной деталью также от базовой поверхности круга C и приступить к шлифованию профиля.



Фиг. 89. Схема профилирования круга.

Профилирование некоторых дуговых участков иногда не удается осуществить из-за малой ширины абразивного круга. В качестве выхода из подобного затруднения может быть предложено шлифование детали в два приема (фиг. 90). Чтобы выдержать расстояние от базы детали до центра дугового профиля на круге, дополнительно правят его торцевую поверхность T (фиг. 90, а) и измеряют рас-



Фиг. 90. Шлифование профилированным кругом с применением метода кантовки.

стояние C , которое необходимо знать для последующей установки круга от упора магнитной плиты. Это расстояние может быть измерено угольником, блоком концевых мер и валиком, имеющим диаметр, равный удвоенному радиусу профиля детали с поправкой на величину его разбивки абразивным кругом. Далее деталь устанавливают в лекальные тиски так, чтобы центр радиуса профиля оказался посередине между их боковыми сторонами, а тиски — на магнитную плиту к упорной планке и приступают к подводу шлифовального круга в рабочее положение. Это будет положение, при котором поверхность T окажется на расстоянии L от упора магнитной плиты (фиг. 90, б).

Шлифование производится с подачей круга на глубину и сопровождается периодическим поворотом тисков на 180° из положения, указанного на фиг. 90, б, в положение по фиг. 90, в. Здесь снова инструментальщикам оказывают помощь принцип симметричного удвоения ошибок и принцип кантовки, встречавшиеся нам ранее.

4. ТОЧНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОФИЛЯ ПО ОКРУЖНОСТИ

Потребность в точном повороте детали на заданный угол возникает при шлифовании различных делительных дисков, многозаходных копиров, некоторых конструкций пуансонов, многогранных, шлицевых и других калибров с точным расположением участков профиля по окружности. Подобные работы с успехом выполняются на специальных шлицешлифовальных или плоскошлифовальных станках, в делительных приспособлениях.

В качестве делительного приспособления для точных инструментальных работ может служить оптическая делительная головка типа ОДГ, делящая окружность на любое число равных и неравных частей с точностью 1'. Однако высокая стоимость головки и быстрый ее износ абразивной пылью заставляют пользоваться более простыми и дешевыми приспособлениями.

Для деления на небольшое число равных частей вполне пригодны граневые делители (фиг. 91).

Деление окружности на неравные части можно производить в синусной делительной головке (фиг. 92). Головка состоит из задней центровой бабки 4 и передней — 6, смонтированных на общей плите 12. Передняя бабка головки, исполняющая главную роль при делении, снабжена делительным диском 8 с измерительными роликами 9. Последние расположены на равных расстояниях друг от друга и от оси шпинделя. Шпиндель 10 вращается червячной парой с помощью маховичка 11. На его переднем конце, несущем упорный центр, закреплен поводок 5. Неподвижность шпинделя в установленном положении создает его стопор 7. Задняя бабка головки также снабжена упорным центром 3, который может освобождаться и закрепляться рычагом 1. В корпусе задней бабки имеется отверстие для установки алмаза 2.

Поворот делительного диска на заданный угол производится по блокам концевых мер C , устанавливаемым на специальную площадку передней бабки.

В связи с тем, что в большинстве синусных делительных головок расстояние от оси измерительного ролика до оси делительного диска бывает равно 100 мм, размер блока C , необходимого для поворота на заданный угол α , можно определить по формуле:

$$C = H \left(100 \sin \alpha + \frac{d}{2} \right), \quad (10)$$

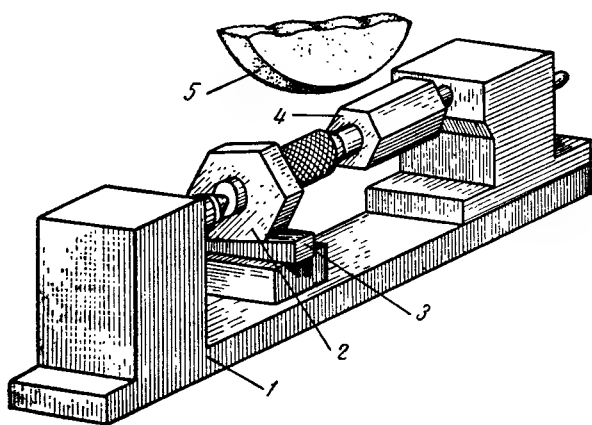
где H — расстояние от установочной площадки делительной головки до оси ее шпинделя;

d — диаметр измерительного ролика.

Процесс шлифования на синусной делительной головке не так прост, как кажется. Поэтому небрежное отношение к работе на этом приспособлении приводит к целому ряду погрешностей и ошибок: неравенству делений, эксцентricности профиля, наклонности и конусности шлифов. Источником названных ошибок являются попадание пыли под основания бабок и плиты, неточная установка их по направлению хода шлифовального круга, несоосность упорных центров, пережим и прогиб детали.

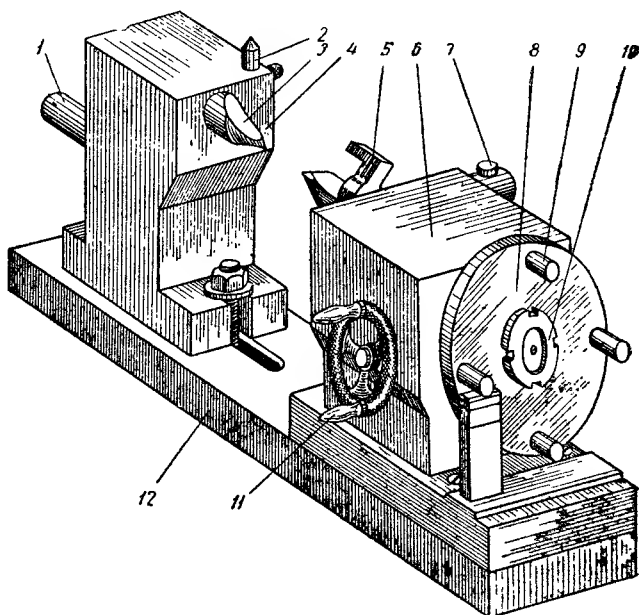
5. КОМБИНИРОВАННОЕ ШЛИФОВАНИЕ ПРОФИЛЕЙ

Комбинированное шлифование профилей производится в универсальных приспособлениях. Универсальными называют такие приспособления, которые позволяют с одной установки обработать слож-



Фиг. 91. Граневый делитель:

1 — центровые бабки; 2 — делитель; 3 — установочный клин;
4 — деталь; 5 — шлифовальный круг.



Фиг. 92. Синусная делительная головка.

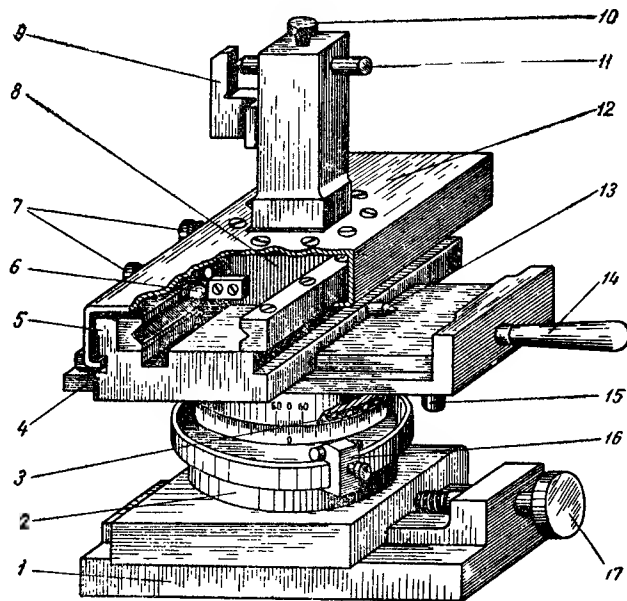
ные профили, имеющие не только несколько одноименных элементов, но и комбинации их, независимо от того, являются ли эти элементы прямыми линиями, угловыми величинами или дугами окружностей. Эти приспособления также предназначаются или для профилирования абразивного круга, или же для установки и перемещения детали при шлифовании.

Универсальное профилировочное приспособление (фиг. 93) имеет основание 1. На нем покоится основной супорт 2, при перемещении которого винтом 17 осуществляется подача алмаза на круг. На шариках 3, расположенных в круговых направляющих основного супорта, может вращаться вокруг вертикальной оси и сообщать круговое движение алмазу верхний супорт 4. Его салазки 5 передвигаются и устанавливаются по блокам концевых мер, помещаемым между упором 13 и базовой стенкой верхнего супорта. В направляющих салазках верхнего супорта, катаясь на шариках 6, перемещается стойка алмазодержателя 8 с предохранительным щитком 12. Когда потребуется, ее можно закрепить штифтами 7 в положении, при котором острие алмаза окажется в оси вращения верхнего супорта. Установку алмазодержателя 11 в нулевое положение производят до упора в плоскость калибра 9 и затем закрепляют винтом 10.

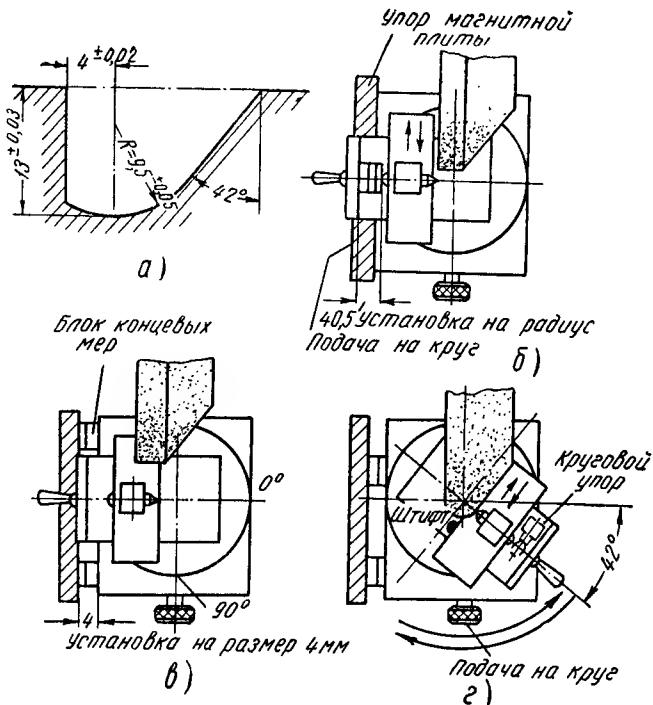
Рабочий ход при профилировании дуги осуществляется рукояткой 14. Когда же возникает необходимость в образовании дуги, имеющей ограниченную длину, пользуются упорами 15 и ограничителями 16.

При профилировании абразивного круга для шлифования наклонных участков верхний супорт повертывают на определенный угол, для чего пользуются делениями основного и нониусом верхнего супорта.

Процесс профилирования круга этим приспособлением рассмотрим с помощью фиг. 94. Из этой фигуры видно, что для придания абразивному кругу формы, необходимой для шлифования профиля, изображенного на фиг. 94, а, прежде всего устанавливают профилировочное приспособление базовой стороной к упору магнитной плиты (фиг. 94, б) и настраивают его на радиус 9,5 мм. Затем ставят салазки верхнего супорта параллельно торцу круга и правят его. Закончив, таким образом, правку торцевой поверхности, приспособление отодвигают от упора (фиг. 94, в) по блокам концевых мер на 4 мм. Далее, устанавливают круговые упоры так, чтобы при повороте верхнего супорта (фиг. 94, г) его салазки расположились под углом 42° к оси шлифовального круга. После этого, удалив правый фиксирующий штифт и прижав левой рукой поворотную часть к упору, правой рукой подают стойку с алмазом до касания с левым штифтом, ограничивающим переход острия алмаза за центр вращения верхнего супорта. Затем повертывают без задержки верхний супорт левой рукой влево до выхода алмаза из соприкосновения с кругом. При повороте стойка алмазодержателя все время прижимается правой рукой к левому фиксирующему штифту. После.



Фиг. 93. Универсальное профилировочное приспособление.



Фиг. 94. Профилирование универсальным приспособлением.

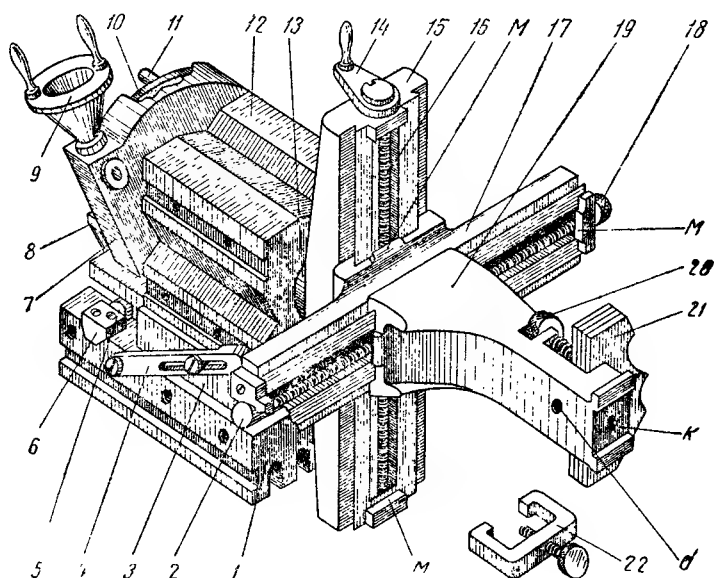
нескольких повторений таких проходов процесс профилирования будет завершен.

Перейдем к комбинированному шлифованию непрофилированным кругом. Для этой цели создано немало различных конструкций универсальных приспособлений. Однако все они представляют собой только различные сочетания уже известных приспособлений для шлифования отдельных элементов профиля и двух крестообразных супортов. Так, например, координатное приспособление, предложенное слесарем-лекальщиком В. И. Черкашиным (фиг. 95), представляет не что иное, как соединение крестообразных супортов для координатных перемещений с синусной делительной головкой и синусной линейкой. Приспособление состоит из основной плиты 1, на которой, опираясь на валики 2 и 5, покоится верхняя плита 3. Совместно с шарниром 4 и призматическим подшипником 6 эти детали составляют обыкновенную синусную линейку. На линейке стоит корпус делительной головки 12, в котором при помощи червячной пары, скрытой в коробке 7, и маховичка 9 вращается ее шпиндель 13. Механизм деления головки, состоящий из диска 10, четырех роликов 11 и подставки 8, находится на заднем конце шпинделя, а на переднем его конце сидят два крестообразных супорта 15 и 17. Движения супортов осуществляются ходовыми винтами 16 и 18 при помощи рукояток 14. На супортах установлен передвижной кронштейн — каретка 19 для закрепления деталей 21. Детали закрепляются винтами 20 или устанавливаются на плоскости кронштейна K и зажимаются скобой 22. Отверстие, обозначенное буквой d , служит для закрепления алмаза, когда приспособление предполагают использовать для профилирования.

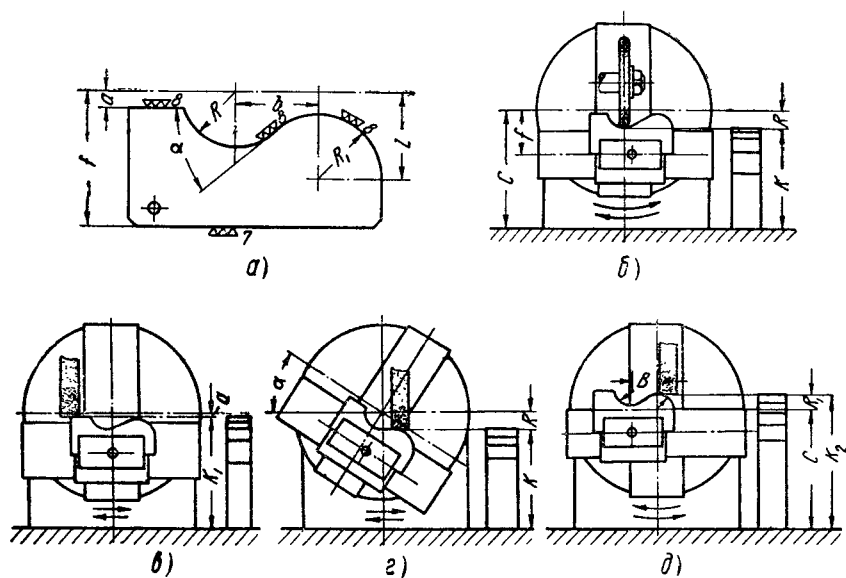
Иногда при шлифовании бывают не нужны перемещения детали по координатам. Тогда супорты снимаются, а на их место ставятся любые другие, удобные для данной работы, зажимные устройства.

В приспособлении В. И. Черкашина можно производить самые разнообразные работы, пользуясь установкой супортов по блокам концевых мер от площадок M , делительным устройством и синусной линейкой приспособления. С одинаковым успехом здесь шлифуются резцовые и шлицевые калибры, копии, а также призматические резцы и детали штампов с профилем, расположенным под некоторым углом к опорной плоскости.

Схему настройки при шлифовании в координатных приспособлениях рассмотрим на следующем примере (фиг. 96). Чтобы прошлифовать дуговой участок, образованный радиусом R (фиг. 96, *а*), один из супортов прибора, установленного в начальное положение, опускают на величину f (фиг. 96, *б*) и шлифуют участок, вращая шпиндель, до тех пор, пока положение обрабатываемой поверхности не окажется на высоте блока $K = C - R$. Абразивный круг для этой цели заправляется по профилю, образованному произвольным, но, однако, меньшим радиусом, чем радиус детали. Дальше, не меняя высоты установки супортов, одному из них придают горизон-



Фиг. 95. Универсальное приспособление для шлифования.



Фиг. 96. Шлифование в универсальных приспособлениях.

тальное положение (фиг. 96, в) и шлифуют участок профиля параллельный этому направлению до размера, соответствующего высоте блока концевых мер $K_1 = C - a$. Затем повертывают шпиндель по синусному диску на угол α (фиг. 96, г) и на поперечной подаче станка до левого упора шлифуют наклонный участок, пока его поверхность не окажется на высоте $K = C - R$.

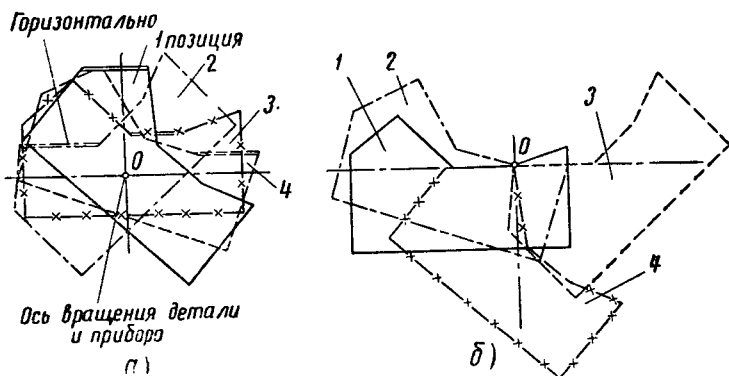
Для шлифования по размеру R_1 кронштейн смещается влево, на величину $B = b$ (фиг. 96, д), а супорт поднимается вверх на величину l (фиг. 96, а). Шлифование ведется при вращении шпинделя строго ограниченным углом α . Ограничение достигается применением блока концевых мер, помещаемым под измерительный штифт делительного диска. Процесс считается законченным, когда высота обработанной поверхности над магнитной плитой окажется на уровне блока $K_2 = C - R_1$.

В рассмотренном примере координатного шлифования обработка велась при вращении вокруг двух центров. Это было вызвано необходимостью обработки двух дуговых участков R и R_1 . В случае, если же профиль детали имеет только один дуговой участок, а остальные его элементы представляют прямые и угловые величины, то шлифование можно осуществить двумя различными способами: от одного или же от нескольких центров вращения. В первом случае (фиг. 97, а) в качестве центра вращения может быть принят центр радиуса или, при его отсутствии, любая удобная точка. Во втором случае (фиг. 97, б) — центр радиуса и любые вершины углов профиля.

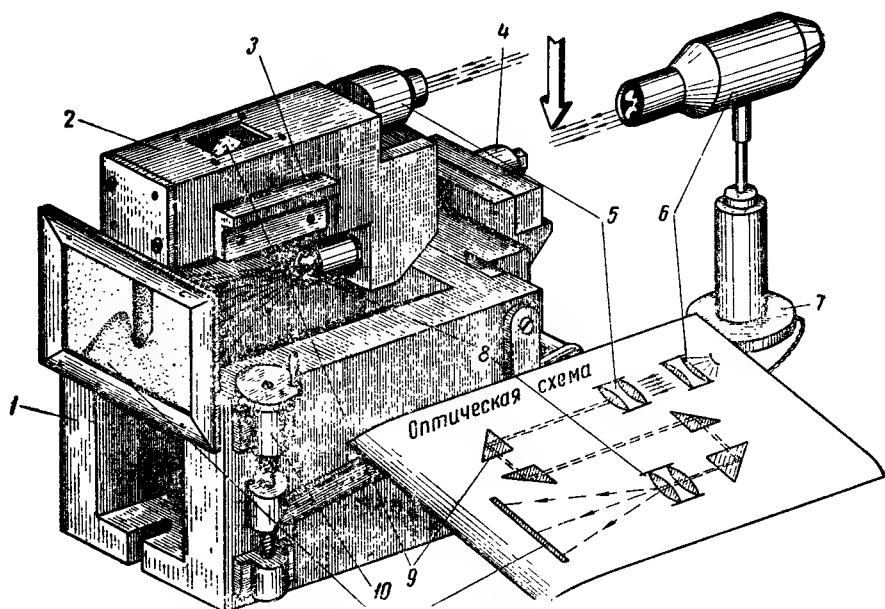
Сравнивая оба способа, следует сказать, что первый из них несколько точнее, так как исключает погрешности перехода от центра к центру, но второй — значительно проще и производительнее, потому что при нем не нужно подсчитывать и подбирать блоки концевых мер для каждого элемента. Обрабатываемая поверхность во втором случае всегда будет на высоте центра вращения, постоянного для всех элементов профиля.

6. ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИКИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Преимущества применения оптики при шлифовании известны. Использовать эти преимущества можно и при работе на обыкновенных плоскошлифовальных и даже заточных станках, значительно расширив этим технологические возможности станков. Инициатором такого применения оптики выступил слесарь-инструментальщик завода «Экономайзер» И. П. Карташев, разработавший и осуществивший конструкцию оптического приспособления к заточному станку. Это приспособление (фиг. 98) позволяет наблюдать на экране в увеличенном виде процесс шлифования и правки абразивного круга. По конструкции приспособление представляет собой коробчатый корпус 1, устанавливаемый на рабочий стол. В корпус вставляется коробка оптической части 2, входящая в него направляющими план-



Фиг. 97. Две схемы шлифования в универсальных приспособлениях.



Фиг. 98. Оптическое шлифовальное приспособление и его схема.

ками 3 (на фигуре показана в поднятом состоянии). Коробчатый корпус снабжен супортом 4, в котором закрепляется деталь. Во время работы супорт может перемещаться по высоте с помощью узла 10 подачи на глубину.

Оптическая часть приспособления полностью смонтирована в коробке 2 и, как видно на фигуре, состоит из приемного объектива 5, четырех преломляющих призм 9, проектирующего объектива 8 и экрана 11. Источником света служит фонарь 6, установленный на колонке 7. Если на столе шлифовального или заточного станка разместить фонарь и данное приспособление с оптической частью так, чтобы их оптическая ось совпала, то на экране становится видимым увеличенное в 20 раз теневое изображение той части детали и шлифовального круга, которая освещается параллельным пучком света, выходящим из фонаря. Возможность наблюдения за процессом шлифования в увеличенном виде позволяет вести его точнее и производительнее.

7. ТЕХНИКА ПРОФИЛЬНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Обобщение производственного опыта передовых рабочих в области профильного шлифования дает возможность установить ряд ценных правил и приемов, гарантирующих высокую производительность и точность при обработке инструмента, деталей, приспособлений и штампов. Ниже приводятся эти правила и приемы:

1. Процесу шлифования должны предшествовать тщательная установка и выверка приспособления на магнитной плите или непосредственно на столе станка, а также проверка горизонтальности положения пары роликов синусного делительного диска и горизонтальности соответствующего положения одного из супортов.

2. Ось поворота детали в универсальном приспособлении должна быть точной и по возможности равноудаленной от обрабатываемых поверхностей. Такой точкой бывает или вершина угла, образующего профиль, или центр вписанной в профиль окружности. Если нельзя ограничиться одной осью, то их количество должно быть минимальным. Это упрощает шлифование и измерение, позволяет выгодно разделить обработку на несколько проходов и, следовательно, обеспечить более высокую производительность, а иногда и более высокую точность. Избранная для шлифования ось вращения детали перед началом работы должна быть совмещена с осью шпинделя.

3. Можно рекомендовать такую последовательность обработки: шлифование прямых участков со свободным выходом в обе стороны, шлифование таких же криволинейных участков, затем шлифование сопрягаемых с ними прямых участков и, наконец, шлифование остальных участков профиля. Таким образом, чем сложнее и ограниченнее процесс обработки элемента, тем позже наступает очередь его шлифования. По этим соображениям раньше обрабатывают вогнутые, а затем выпуклые дуговые участки, причем вогнутые дуги

начинают шлифоваться с дуг, образованных меньшим радиусом, а выпуклые, наоборот, с дуг большего радиуса.

4. Шлифование прямолинейных и выпуклых дуговых участков производится плоскими кругами, а вогнутых — профилированными по радиусу, но несколько меньшему, чем радиус обрабатываемого элемента профиля. Обрабатывая дуговые участки непрофилированными кругами, последние обязательно смещают в сторону, обратную поверхности, мешающей выходу круга.

5. Необходимо овладеть приемами создания плавных и точных сопряжений элементов профиля. Один из таких приемов состоит в том, чтобы круг переходил с участка на участок без задержки, и, следовательно, находился над каждой точкой профиля одно и тоже время. Так, сопряжение дугового и прямого участка выполняется на непрерывной круговой подаче и при соприкосновении ролика делительного диска с блоком концевых мер немедленно включается подача для шлифования по прямой.

6. Высокая производительность труда при профильном шлифовании достигается делением этого процесса на предварительную и чистовую обработку. При первой — подача детали производится ее поворотами по $3-6^\circ$ за каждый ход стола; при второй — подача не превышает $10-15'$, причем круг берет сразу полную величину припуска.

7. Профильное шлифование деталей из закаленной углеродистой и легированной инструментальной стали следует вести кругами из белого электрокорунда следующих характеристик: при предварительном шлифовании — ЭБ 60-100 СМ1-СМ2 К8; при чистовом — ЭБ 120-140 СМ2-С1 К8.

8. Правильная форма профилированного абразивного круга, необходимая для получения точных размеров детали, может быть получена только в том случае, если острие правящего инструмента передвигается строго по линии, проходящей через центр вращения круга. Кроме этого следует указать, что как и любое вращающееся тело, шлифовальный круг разбивает профиль детали на величину до $0,01-0,02$ мм. Поэтому профилировочное приспособление, обычно, настраивают с учетом разбивки, уменьшая или увеличивая радиус в зависимости от типа профиля.

ГЛАВА III

ДОВОДКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

1. ПРОЦЕСС ДОВОДКИ И ЕГО СУЩНОСТЬ

Доводка металлов есть способ заключительной обработки поверхности свободными зернами порошкообразных абразивов с целью получения точной формы, точных размеров (до $0,1$ мк) и вы-

сокой чистоты поверхности (11—14 классы чистоты). В том случае, когда назначение процесса заключительной обработки сводится к решению только одной задачи — приданию поверхности чистоты и гладкости — его называют полированием.

Доводящие инструменты, предназначенные для нанесения на их поверхности шлифующей смеси и осуществления процесса доводки, называются притирами.

Производительность процесса доводки и качество обработанной с ее помощью поверхности зависят от применяемых абразивных материалов, свойств смазывающих веществ, конструкции и материала притиров и режимов доводки, т. е. давления инструмента на обрабатываемую поверхность и скорости перемещения поверхности притира по отношению к детали.

Итак, как выбрать те или иные абразивно-доводочные материалы для конкретных условий процесса доводки?

1. Лучшие абразивные материалы для предварительной доводки поверхности закаленной стали — электрокорунд и особенно электрокорунд белый, а также грубая и средняя паста ГОИ. Причем электрокорунд лучше при механической доводке стальных поверхностей, а пасты ГОИ — при ручной доводке малых поверхностей. Для доводки поверхности металлокерамических твердых сплавов применяются порошки алмаза, карбида бора и карбида кремния. Карбид кремния может применяться и для доводки стальных поверхностей, однако он быстрее теряет свои режущие свойства, по сравнению с электрокорундом.

2. Не следует пользоваться грубыми номерами абразивных материалов при незначительной величине припуска под доводку, так как образовавшиеся глубокие риски могут оказаться невыведенными при полировании.

3. Значительный припуск позволяет начинать доводку более грубыми номерами микропорошков (M28) и заканчивать ее более тонкими (M10).

Однако правильное ведение процесса доводки не ограничивается умелым выбором абразивных материалов. Оно требует обязательного применения смазывающих веществ. Эти вещества помогают сохранить остроту абразивных зерен, ускорить процесс доводки, оказав химическое действие на поверхность детали, и увеличить точность и чистоту обработанной поверхности. В связи с этим для отдельных видов работ рекомендуются смазывающие вещества, приведенные в табл. 12.

Добавка веретенного масла к такому смазочному веществу, как, например, керосин, увеличивает производительность доводки. Таковыми же, да, пожалуй, еще и в большей степени, ускоряющими процесс доводки веществами являются олеиновая и стеариновая кислоты, а также канифоль, прибавляемые к смазочному веществу в очень небольших количествах.

Смазывающие вещества наносятся на притир вместе с абразив-

Таблица 12

Назначение смазывающих веществ для доводки

Вид вещества	Назначение
Авиационный бензин	Окончательная доводка различных калибров и точных деталей пастой ГОИ и чугунными или стеклянными притирами
Керосин	Грубая и предварительная доводка различных деталей и калибров
Керосин со стеарином	Доводка внутренних цилиндрических поверхностей
Керосин с парафином	Доводка режущего инструмента, оснащенного твердыми сплавами
Сало	Окончательная доводка резьбовых калибров
Стеариновая кислота	Добавляется в незначительных количествах в смазочные вещества для ускорения процесса доводки

ным материалом тонким слоем. Излишек этих веществ снижает производительность и точность процесса доводки.

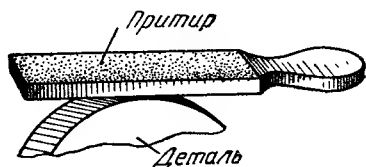
Процесс доводки идет наиболее производительно при удельном давлении на обрабатываемую поверхность в пределах $1,5\text{--}2\text{ кг/см}^2$. Дальнейшее повышение удельного давления только ухудшает качество доводки, не повышая ее производительность. Большое значение имеет и скорость перемещения детали относительно поверхности притира. По мере увеличения скорости растет съем металла с поверхности, но одновременно резко возрастает теплообразование, заставляющее расходовать излишнее время на остывание детали для промера. Рост скорости также снижает и качество доводки. Поэтому средние скорости при предварительной доводке не превышают $35\text{--}40\text{ м/мин}$, а при окончательной доводке и полировании 25 м/мин . При доводке режущего инструмента из твердых сплавов эта скорость составляет $60\text{--}90\text{ м/мин}$ ($1\text{--}1,5\text{ м/сек}$). Особенно отрицательно сказывается излишне большая скорость при доводке хромированных поверхностей, приводящая к сползанию покрытия и порче поверхности.

Для доводки применяют два вида притиров: притиры, соприкасающиеся с деталью при доводке по одной линии (фиг. 99) и притиры, соприкасающиеся с ним по поверхности (фиг. 100). Первый вид притиров применяется при весьма тонкой доводке и полировании цилиндрических и конических поверхностей. Второй вид используется для большинства доводочных работ, за исключением случаев особо точной доводки.

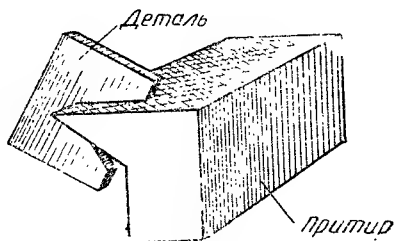
Осуществление процесса доводки требует, чтобы абразивные зерна вдавились в поверхность притира. Это вдавливание зерен в его поверхность называется процессом шаржирования притира.

Шаржирование может быть принудительным и естественным.

Принудительное шаржирование имеет место при работе твердыми абразивно-доводочными материалами. Для этого притир покрывается тонким и ровным слоем доводочного материала, который вдавливается затем в поверхность с помощью ролика или плитки. После равномерного насыщения поверхности излишки абразива удаляются.



Фиг. 99. Притир для доводки цилиндрической и конической поверхности.



Фиг. 100. Плоский притир.

При работе мягким абразивным материалом процесс шаржирования происходит естественным путем. В этом случае поверхность притира или детали покрывается ровным слоем полужидкой абразивной пасты, которая во время доводки самопроизвольно вдавливается в более мягкий материал притира.

Само собой разумеется, что в обоих случаях необходимо, чтобы материал притира был значительно мягче материала детали. Применение слишком твердого материала для изготовления доводящих инструментов приводит к преждевременному дроблению абразивных зерен и неравномерным штрихам на поверхности детали, слабому проникновению зерен в притир и низкой производительности процесса. Поэтому доводящий инструмент изготавливается из таких, сравнительно, не твердых материалов, как дерево (липа или береза), свинец, красная медь, латунь и чугун. Применяется также и стекло. Уменьшение твердости материала притира в пределах одной группы материалов. способствует росту производительности доводки.

Если от детали требуется только чистота и гладкость поверхности, применяют притиры из весьма мягкого материала (дерева, свинца, красной меди). В том случае, если необходимо еще создать и точную геометрическую форму, пользуются притирами из твердых материалов (например, твердого чугуна).

Доводящий инструмент из стекла дает высокую точность и чистоту поверхности, но малую производительность и по этой причине служит только для окончательной доводки высокоточного инструмента.

2. ТЕХНИКА ДОВОДКИ

Техника доводки состоит в том, что на поверхность притира, шаржированного абразивно-доводочным материалом, помещается деталь и во время ее передвижения по притиру с поверхности снимается тончайший слой металла.

Обычно доводку небольших плоскостей производят на притирочных плитах, установленных неподвижно.

Уже известно, что одной из главных целей процесса доводки является образование точной и правильной поверхности. Это означает прежде всего, что обработанная поверхность не должна иметь таких дефектов, как, например, завалы или перекосы. Чтобы их избежать, нужно соответствующим образом разместить усилия, прилагаемые к детали. Вместе с этим нужно правильно разместить и центр тяжести детали, перемещаемой по притиру.

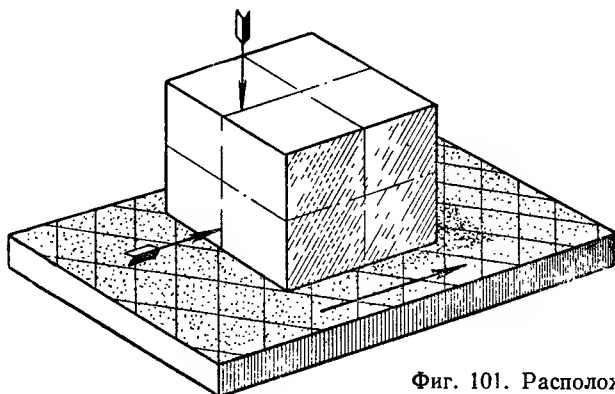
Вертикальное усилие, т. е. давление на притир, как видно из фиг. 101, должно быть перпендикулярным к его рабочей поверхности, а точка его приложения находится не в центре обрабатываемой поверхности, а несколько ближе к работающему. Горизонтальное усилие, создающее рабочий ход детали, должно быть Приложено по возможности ниже. Нарушение этих условий работы неизбежно приводит к завалу поверхности со стороны, удаленной от рабочего. Центр тяжести должен лежать возможно ниже и находиться в середине обрабатываемой поверхности (фиг. 102). Такое уравнивание деталей при доводке достигается применением специальных противовесов, повышающих их устойчивость на поверхности притира.

С этой же целью наибольшей устойчивости при обработке плоскостей небольшой протяженности применяют вспомогательные бруски (фиг. 103). Такой брусок кладется на притирочную плиту, к нему прижимается деталь и они совместно доводятся на плите. Чтобы плита изнашивалась равномерно, а все зерна шлифовального порошка использовались, деталь и брусок перемещаются по всей поверхности плиты.

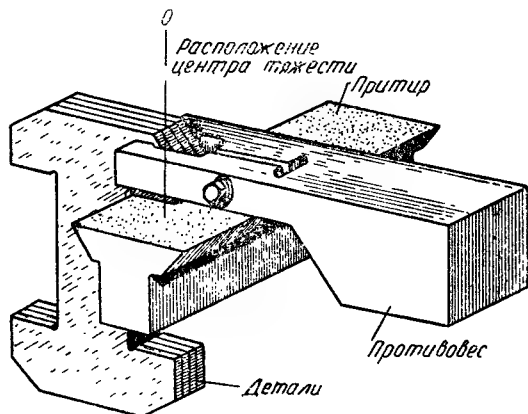
Такое же назначение имеют и изображенные на фиг. 104 направляющие приспособления, позволяющие улучшить процесс доводки деталей с небольшой поверхностью обработки.

Методы изготовления профилей, о которых рассказано в начале этого раздела, остаются такими же и при выполнении доводочных операций. Высокая точность элементов профиля и их взаимного расположения и здесь гарантируется системой выработок, припасовкой и кантовкой.

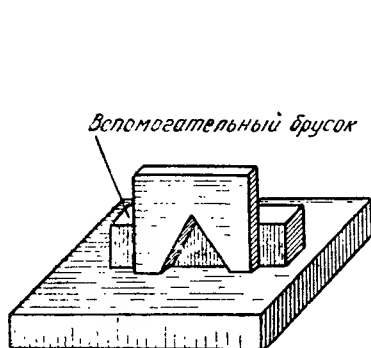
Однако наиболее затруднительно при доводке создание строгой симметричности профиля относительно его оси. Симметричность может быть достигнута применением метода кантовки причем не только при контроле деталей, но и в самом производственном процессе. Так, например, на фиг. 105 показана обработка симметричного шпо-



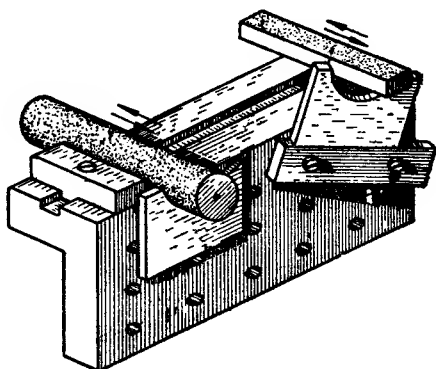
Фиг. 101. Расположение усилий при доводке.



Фиг. 102. Положение центра тяжести при доводке.



Фиг. 103. Дополнительная опора при доводке.

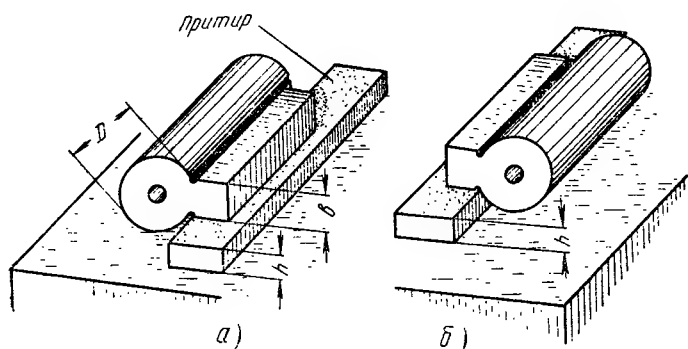


Фиг. 104. Направляющее приспособление для доводки.

ночного выступа калибра на специальном притире с периодическими поворотами на 180° . Высота такого притира h строго равна:

$$h = \frac{D - b}{2}.$$

Притир помещается на плоскость контрольной плиты, играющей роль направления при возвратно-поступательных движениях детали.



Фиг. 105. Способ получения симметричности шпоночного выступа:

а — первое положение; б — повернутое на 180° .

Не менее удачен и путь образования симметричных элементов профилей, показанный на фиг. 106. В этом случае используется направляющий кубик, применяемый для установки детали под заданным углом и установки притира на необходимом расстоянии от направляющей плоскости кубика M . Симметричность также достигается периодическими поворотами на 180° , как это показано на фигуре.

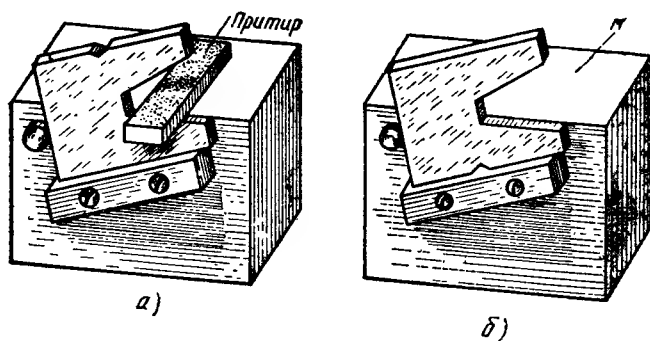
В технике доводки особенно важна правильная конструкция притиров. Как правило, она должна позволять вести доводку не по всему многоэлементному профилю одновременно, а только по его отдельным или одноименным элементам. Такое требование вытекает из невозможности создать сложные притиры высокой точности.

Принципы правильного конструирования притиров могут быть изложены в виде следующих правил:

а) притир должен не копировать, а изменять взаимное расположение элементов профиля при доводке;

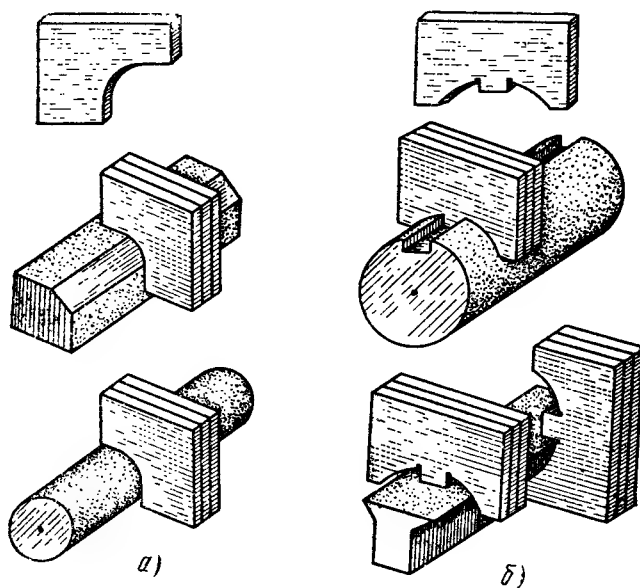
б) при одновременной доводке более одного элемента профиля рабочие поверхности притира должны регулироваться и иметь возможность точной настройки;

в) притир должен быть пригоден для одновременной доводки элементов профиля, расположенных на одной геометрической по-



Фиг. 106. Способ получения симметричности наклонных участков профиля:

а — первое положение; б — повернутое на 180° .



Фиг. 107. Примеры конструкций профильных притиров.

верхности, независимо от того смежные ли это участки или участки, разделенные другими элементами профиля;

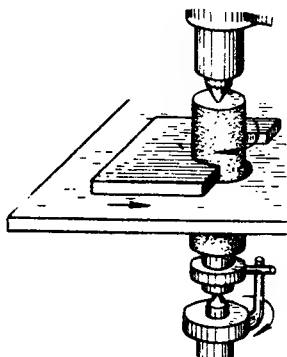
г) длина притира должна быть достаточной для производительной доводки.

Фиг. 107 изображает конструкцию двух различных комплектов притиров для профильных поверхностей. На фиг. 107, а изображены притиры для доводки радиусного калибра, на фиг. 107, б — шпоночного калибра. Конструкции наглядно иллюстрируют сущность изложенных правил.

Несколько слов о точности притиров. Рабочие поверхности притиров тщательно обрабатываются. Неточность этих поверхностей не может превышать $0,002\text{ мм}$ и они должны подвергаться периодическому восстановлению. Восстановление поверхности состоит во взаимной притирке плоскостей по методу трех плит с помощью пасты ГОИ или микропорошков с керосином.

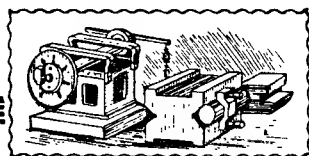
Процесс доводки профильных поверхностей еще мало изученный, недостаточно механизированный и малопроизводительный процесс. Это объясняется рядом трудностей в получении качественной поверхности при существующих способах доводки. Иногда, впрочем, для обработки неособенно точных поверхностей применяется и механизированная доводка по схеме, приведенной на фиг. 108. Поэтому, чтобы повысить производительность доводки, стремятся к одновременной обработке нескольких деталей или нескольких поверхностей.

Важным условием высокой производительности доводки является умение рассчитывать и сохранять свои силы, избегать преждевременного утомления. Следовательно, доводчику необходимо привыкнуть к тому, чтобы обе его руки одинаково и попеременно могли участвовать в производственном процессе. Этим снижается утомляемость и достигается более энергичный и более постоянный нажим детали на притир.



Фиг. 108. Схема механизированной доводки.





ПРОИЗВОДСТВО ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

ГЛАВА I

КОНСТРУКЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

1. СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Станочные приспособления представляют собой дополнительные устройства к станкам, позволяющие ускорить и упростить технологический процесс производства, получить детали точных размеров и в полном соответствии с чертежом и техническими условиями. Они также позволяют использовать станок для выполнения производственных операций, непосредственное проведение которых на данном станке невозможно.

Кроме станочных приспособлений находят применение приспособления для установки и закрепления деталей при ручных работах, разметочные, контрольные, сварочные и некоторые другие приспособления.

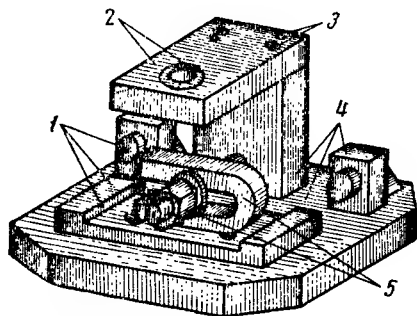
Приспособления имеют различное назначение, форму, конструкцию. Производственные цехи машиностроительных заводов насчитывают в своих инструментальных кладовых тысячи различных и не похожих друг на друга приспособлений. Несмотря на такое разнообразие приспособлений, все же имеется возможность обнаружить общие черты в их конструкции и, воспользовавшись этим, свести их к определенным видам, разновидностям и типам, т. е. классифицировать.

И в самом деле, присмотревшись к станочным приспособлениям, можно увидеть, что любое из них состоит:

- а) из корпуса, связывающего воедино станок и остальные элементы приспособления;
- б) из элементов, определяющих положение детали относительно станка и его рабочих движений;
- в) из элементов, определяющих положение инструмента относительно детали;
- г) из элементов, закрепляющих деталь в приспособлении;
- д) из элементов конструктивного характера.

В соответствии с этим делением различают следующие детали приспособлений (фиг. 109): корпусные детали, опорные детали, направляющие детали, зажимные детали и детали конструктивного характера.

Используя это общее в конструкции приспособлений, различают следующие их типы:



Фиг. 109. Стационарное приспособление и его детали:

1 — опорные детали; 2 — направляющие детали; 3 — конструктивные детали; 4 — корпусные детали; 5 — зажимные детали.

1. По конструкции корпуса, связывающего деталь с тем или иным станком: токарные, сверлильные, расточные, фрезерные, долбежные, протяжные, шлифовальные и другие приспособления.

2. По положению детали в приспособлении или, наоборот, по положению приспособления относительно к детали:

а) приспособления стационарные (см. фиг. 109), в которых положение детали во время обработки остается неизменным до полного окончания операции;

б) приспособления накладные (фиг. 110, а), устанавливаемые не на столе или планшайбе станка, а на детали;

в) приспособления кантующиеся (фиг. 110, б), т. е. меняющие вместе с деталями свое положение относительно станка и инструмента во время выполнения операций;

г) приспособления делительные (фиг. 110, в), в которых деталь во время выполнения данной операции меняет положение относительно движений станка и инструмента, а корпус приспособления остается неподвижным.

3. По количеству деталей, одновременно обрабатываемых в приспособлении, последнее может быть одноместным или многоместным.

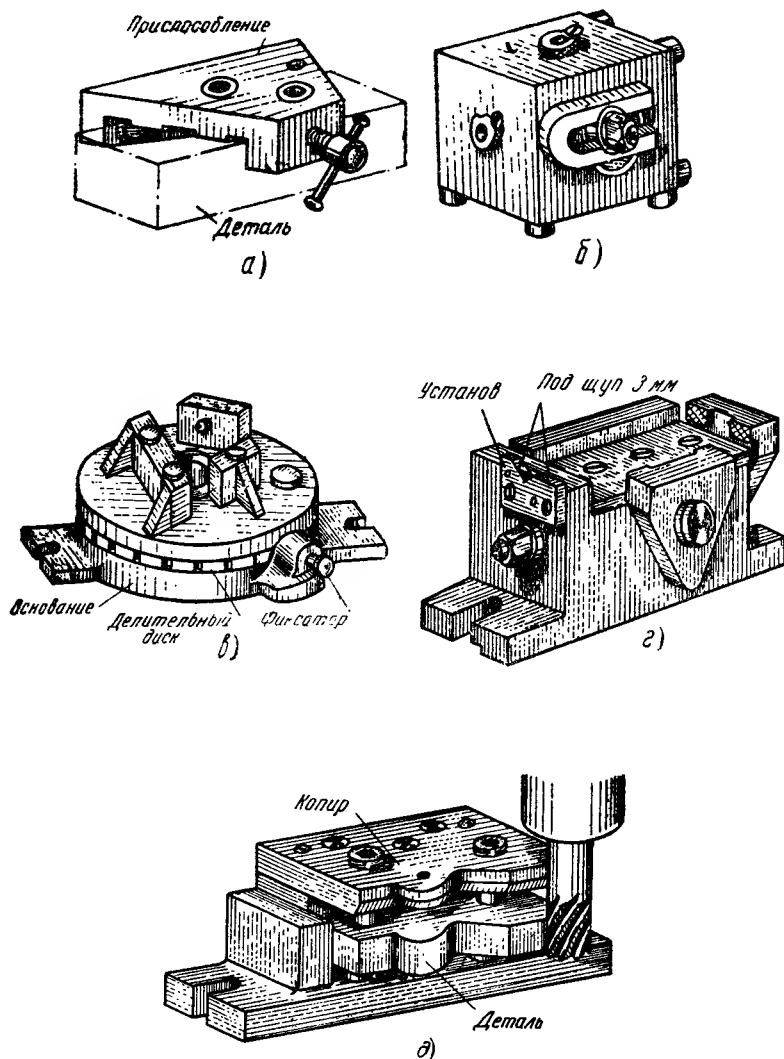
4. По характеру связи инструмента с деталью можно различать:

а) приспособления крепежные, если их конструкция не определяет положения инструмента относительно детали;

б) приспособления с установками (фиг. 110, г), если их устройство определяет только первоначальное положение инструмента относительно детали;

в) кондукторные приспособления, или кондукторы (см. фиг. 109), если приспособление гарантирует совпадение оси обрабатываемого элемента детали с осью обрабатывающего инструмента;

г) копирные или копировальные (фиг. 110, д), если конструкция приспособления предопределяет движение режущей кромки инструмента по заданной профильной поверхности.



Фиг. 110. Станочные приспособления:

а — накладное; б — кантовующее; в — делительное; г — с установом;
 д — копирующее.

5. По характеру устройства зажимных элементов различают приспособления с индивидуальным или с групповым, т. е. с многократным зажимом деталей. И тот, и другой зажим может осуществляться:

а) от мускульного усилия рабочего и тогда приспособления называются приспособлениями с ручным зажимом;

б) от усилия резания и тогда их называют приспособлениями самозажимными;

в) от давления воздуха или жидкости и тогда приспособления соответственно носят название приспособлений с пневматическим или гидравлическим зажимом.

Каждое из этих пяти определений типа приспособлений составляют их характеристику, образуя наименования приспособлений. Таким образом, полное название приспособления, изображенного на фиг. 110, г, будет: приспособление фрезерное, стационарное, одноместное, с установом и индивидуальным ручным зажимом.

2. УСТАНОВКА ДЕТАЛИ В ПРИСПОСОБЛЕНИИ

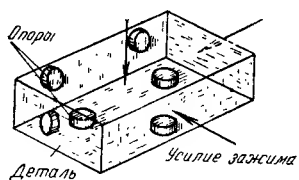
Главная деталь приспособления — корпус. Его назначение, как уже указывалось, связать все остальные элементы приспособления, деталь и станок в строго определенную жесткую технологическую систему. Поэтому конструкция корпуса должна гарантировать:

а) быструю установку приспособления на станке; б) жесткое и надежное закрепление детали; в) отсутствие деформаций приспособления при закреплении детали и во время обработки; г) постоянство размеров основных элементов приспособления; д) безопасную работу в приспособлении.

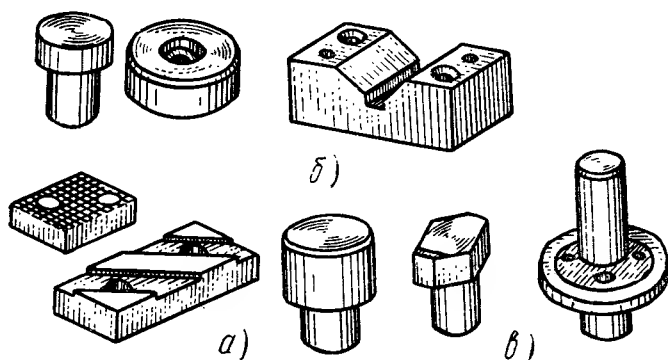
Обычно обрабатываемая деталь устанавливается не непосредственно на поверхность корпуса, а на особые детали приспособления или же на выступы корпуса, называемые опорами. Чтобы деталь находилась в строго определенном положении (фиг. 111) необходимо и достаточно для любой сложной детали иметь шесть основных опор. Если по технологическим условиям в установке может быть допущена одна степень свободы, достаточно и меньшего их числа. Так, например, для детали цилиндрической формы достаточно 5 опор, если допускается установка ее в любом положении по окружности.

Конструкции основных опор бывают различными. Так на фиг. 112 изображены три группы опор, применяемые для установки деталей по плоскостям, а также по наружным и внутренним цилиндрическим поверхностям. Назначение этих опор ясно из фигуры.

Излишним количеством основных опор увлекаться не следует, так как это может быть источником технологических ошибок, потому что любая неточность поверхности опоры или детали неизбежно приведет, как это видно из фиг. 113, а, к нарушению постоянства

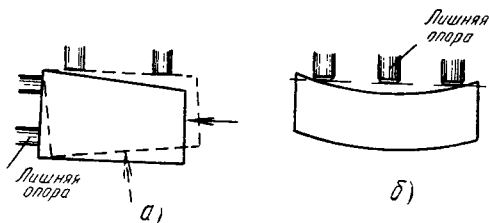


Фиг. 111. Расположение опор в приспособлениях.

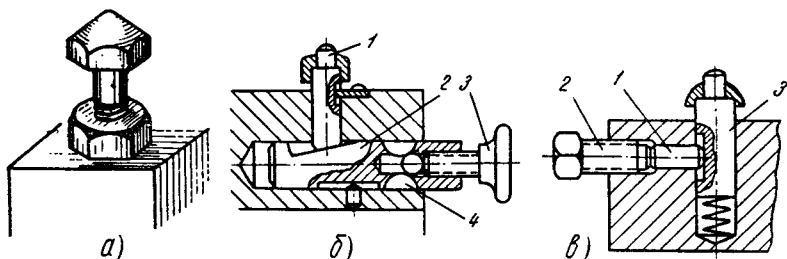


Фиг. 112. Опоры:

а — для плоских поверхностей; б — для наружных цилиндрических поверхностей; в — для отверстий.



Фиг. 113. Влияние излишней опоры на установку детали.



Фиг. 114. Вспомогательные опоры:

а — регулируемая; б — подводимая; в — самоустанавливающаяся.

в установке обрабатываемой детали. В некоторых случаях излишняя опора окажется бесполезной (фиг. 113, б). Поэтому, если оказывается мало основных опор, как например, при обработке нежесткой детали, тогда прибегают к помощи вспомогательных опор, позволяющих менять положение их рабочей поверхности относительно поверхности детали.

Существует три вида таких опор.

Простейшая из них — регулируемая опора — показана на фиг. 114, а.

Несколько сложнее клиновая подводимая опора (фиг. 114, б). Она подводится к установочной поверхности детали передвижением опорного штифта 1 с помощью стержня 2, имеющего клиновидный срез. Стержень передвигается от руки, после чего опора запирается винтом 3, действующим на шарик, разжимающий шпонки 4.

Самоустанавливающаяся опора (фиг. 114, в) подводится к поверхности детали усилием легких пружин. Их положение фиксируется сухарем 1, который прижимается винтом 2 к выемке опорного штифта 3.

К группе опор могут быть отнесены и центрирующие устройства для установки деталей по осям и плоскостям симметрии.

Центрирующие устройства (фиг. 115) позволяют устанавливать детали по внешним поверхностям. Простейшее центрирующее устройство, устанавливающее деталь по одной из плоскостей симметрии, — обычная призматическая опора (фиг. 115, а).

Изображенные на фиг. 115, б, в, г и д устройства применяются для центрирования цилиндрических деталей по их осям. Рычажное центрирующее устройство (фиг. 115, е) применяют для установки призматических деталей по плоскостям симметрии.

Перейдем к группе устройств центрирующих детали по их отверстиям.

Одно из них — это цилиндрический палец (фиг. 116, а). Он используется в том случае, если базовое отверстие выполнено с достаточной точностью и требования к центрированию не превышают этой точности. Для более точного центрирования, чем величина допуска на изготовление базового отверстия, применяются центрирующие пальцы (фиг. 116, б), наружная поверхность которых выполняется по конусу, имеющему незначительный, но достаточный уклон для того, чтобы при его помощи выбрать зазор между деталью и пальцем. Не менее точна установка детали и на упорные центры (фиг. 116, в).

Несколько большие ошибки в установке дает изображенное на фиг. 116, г цапговое устройство.

Плунжерное центрирующее устройство (фиг. 116, 5) служит для центрирования деталей, у которых диаметр базового отверстия меняется в значительных пределах. Плунжер может перемещаться и своими клиновыми срезами передвигать кулачки в радиальном направлении.

В последнее время нашли широкое применение тонкостенные цилиндрические втулки. Центрирование ими осуществляется расжатием втулок гидропластмассой (фиг. 117). Такие втулки дают весьма точное центрирование, как по наружной, так и по внутренней поверхности.

Описанные устройства служат для постоянной установки детали, но если для выполнения операции потребуется изменять положение детали относительно инструмента, не перемещая приспособления, тогда прибегают к помощи поворотных и делительных устройств. Они позволяют повертывать деталь на строго равные или необходимые неравные углы. Главными деталями делительных устройств считают делительные диски и фиксаторы.

Делительные устройства (фиг. 118, а, б, в) пригодны для строго определенного, заранее заданного числа делений, зависящего от количества отверстий, пазов или граней, выполненных на делительном диске. Другой тип делительных устройств, показанный на фиг. 118, г, может быть использован для получения любого количества равных делений путем подбора шестерен. В синусном делительном устройстве (фиг. 118, д), подобрав нужные блоки концевых мер, можно получить любое количество равных и неравных делений.

Точность делительного устройства тем выше, чем точнее расположены делительные поверхности и чем дальше они удалены от центра вращения. Существенное влияние на повышение точности делителей оказывает устранение зазоров в их звеньях.

3. УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАПРАВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА

Самыми простыми устройствами для направления инструмента являются установы. Установами называют детали, при помощи которых можно подвести инструмент в исходное положение, необходимое для обработки. При установке инструмент, как правило, не касается непосредственно рабочих поверхностей установов, а устанавливается по шупу, помещаемому между ними и режущей кромкой инструмента.

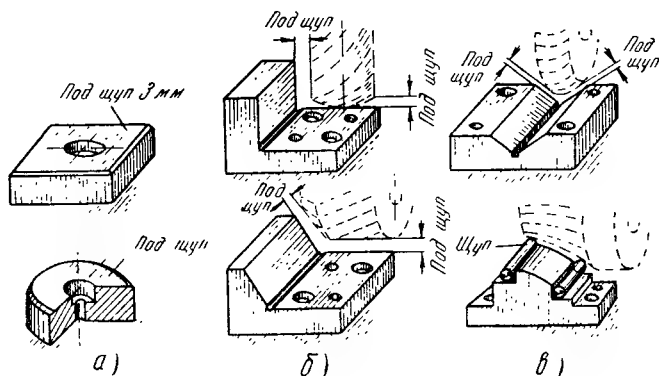
Наиболее распространенной формой установов являются высотные установы (фиг. 119, а), применяемые для установки инструмента по ширине или высоте детали. Такие установы выполняются в виде стальных закаленных пластинок с двумя параллельными плоскостями. В пластинке сделаны отверстия для крепления ее к корпусу приспособления.

Следующая форма установов — угловые установы — показана на фиг. 119, б. Установ, изображенный сверху, дает возможность ориентировать инструмент в двух координатах, а нижний — определить исходное положение инструмента по его конической и цилиндрической поверхности.

Установка профильного инструмента ведется по установам другого типа (фиг. 119, в). Пользуясь ими можно устанавливать вы-

пуклые профили по плоскому щупу, а вогнутые — по цилиндрическому.

Чтобы приспособление позволило получить строго определенное расположение отверстий в обрабатываемой детали, его оснащают особыми направляющими деталями, носящими название кондукторных плит и кондукторных втулок. Кондукторные плиты (фиг. 120, а) выполняются в виде металлических листов с точно выполнен-



Фиг. 119. Установы:

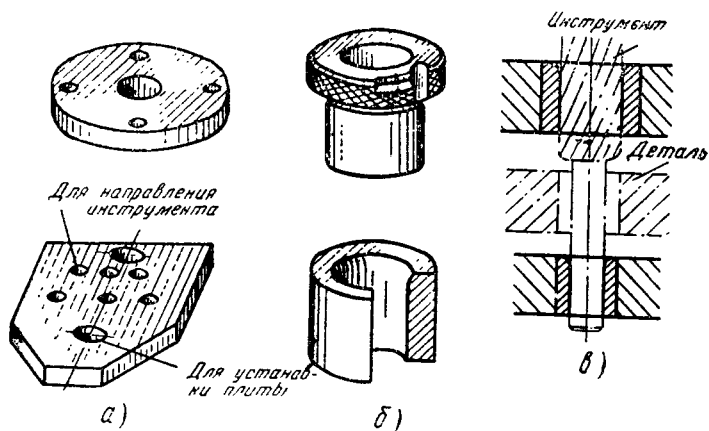
а — высотные; б — угловые; в — профильные.

ными, как по диаметру, так и по координатам, отверстиями и запрессованными в них втулками, направляющими инструмент при работе. В случае, если отверстия в кондукторных плитах расположены очень близко друг к другу и кондукторные втулки не могут быть размещены, плиты сами являются направлением для инструмента и по этой причине их подвергают закалке.

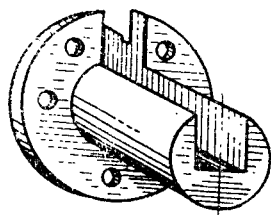
Если приспособление создается для выполнения какого-нибудь одного перехода (например, сверления), то плиты оснащаются только одними постоянными кондукторными втулками (фиг. 120, б, внизу). В том случае, когда каждое отверстие детали обрабатывается несколькими инструментами, в постоянные кондукторные втулки дополнительно вставляются еще и сменные кондукторные втулки (фиг. 120, б, сверху). Диаметры отверстий сменных втулок выполняются по посадке H_3 системы вала, за номинал которой принимается соответствующий наибольший предельный размер диаметра инструмента. При повышенных требованиях к правильности оси обрабатываемого отверстия устанавливаются две последовательные кондукторные втулки, дающие направление инструменту, как до, так и позади обрабатываемого отверстия (фиг. 120, в).

Направление протяжного инструмента осуществляется деталями, называемыми адаптерами (фиг. 121).

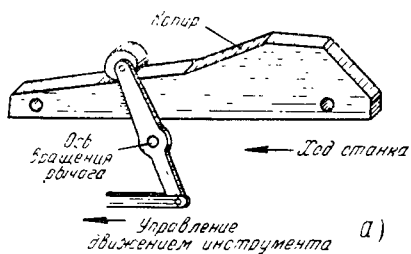
В заключение рассмотрим наиболее сложные направляющие



Фиг. 120. Направления для инструмента.



Фиг. 121. Направления для протяжек.



Фиг. 122. Копирующие устройства.

устройства. На фиг. 110, *д* и 122 представлены такие устройства, предназначенные для образования профильной поверхности деталей режущей кромкой инструмента. Это — копиры. Приведенный на фиг. 110, *д* копир служит для фрезерования с использованием продольной и поперечной подачи станка. Чаще всего при работе с такими копиями деталь располагается под копиром, а фрезерование ведется инструментом, режущая и копирная части которого имеют один и тот же размер. Конструкция копира, показанная на фиг. 122, *а*, может быть применена для токарной обработки, фрезерования и фасонного строгания. Профиль этого копира увязывается с профилем детали, радиусом ролика и инструмента, а также с отношением рычагов, преобразующих перемещение ролика в перемещение режущей кромки инструмента. Третий тип копира, применяемый на копировальных столах с поступательно-вращательным движением, показан на фиг. 122, *б*.

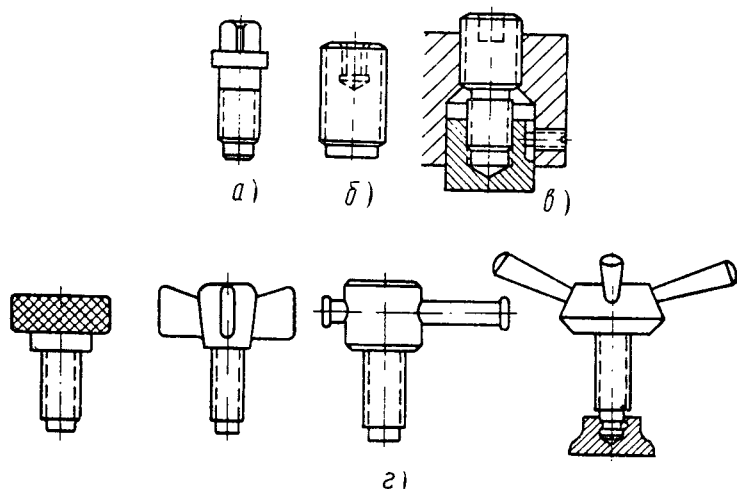
4. КРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Детали и механизмы, применяемые для закрепления обрабатываемых деталей в приспособлениях, называются зажимами.

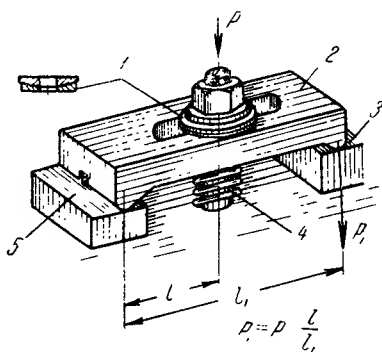
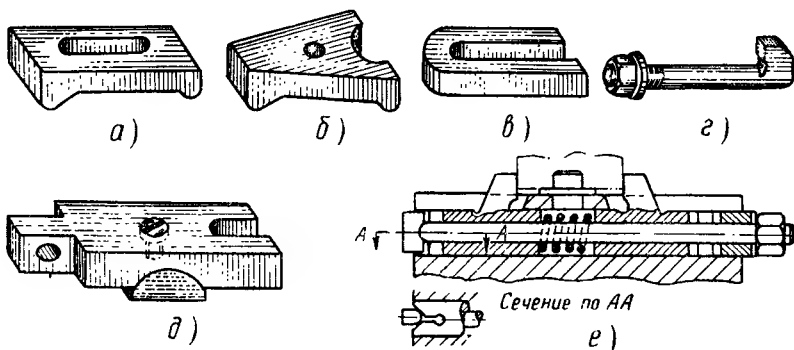
Самыми простыми и самыми распространенными видами зажимов в приспособлениях являются различные конструкции зажимного индивидуального болта (фиг. 123), передающего усилие зажима непосредственно детали. В настоящее время индивидуальный зажимной болт (фиг. 123, *а*) применяется редко, уступая место более совершенным конструкциям винтовых зажимов. На фиг. 123, *б* показаны зажимные болты с внутренним шестигранником или квадратом. Их используют, когда выступающие головки болтов мешают работе приспособления. Дифференциальный винт (фиг. 123, *в*) по сравнению с обыкновенным болтом увеличивает силу зажима во столько раз, во сколько раз шаг резьбы в верхней части больше шага резьбы в нижней части винта. Характерная особенность всех конструкций индивидуальных болтов — наличие шейки на упорном конце, облегчающей вывинчивание болтов, побывавших в работе.

Индивидуальные болты усовершенствованной конструкции (на фиг. 123, *г* показано 4 типа этих болтов) используются без применения гасящих ключей.

Часто случается, что из-за конструкции обрабатываемой детали в приспособлении нельзя применить зажимные болты. Тогда прибегают к передаче усилий зажима особыми устройствами, называемыми прихватами (фиг. 124). Из схемы действия прихвата 2 видно, что усилие зажима тем больше, чем ближе располагается деталь 3 к оси зажимного болта и чем дальше от нее опора 5. Особенности конструкции такого прихвата: наличие сферической шайбы 1, предохраняющей при изменении размеров детали резьбовую шпильку от изгиба, и пружины 4, поднимающей прихват при ослаблении гайки, облегчая снятие и установку детали.



Фиг. 123. Винтовые зажимы.

Фиг. 124.
Крепление прихватом.

Фиг. 125. Конструкции прихватов.

Рассмотрим конструкции прихватов (фиг. 125). Прихват (фиг. 125, а) характерен наличием продолговатого отверстия, позволяющего отодвинуть его в сторону и, освободив деталь, вынуть последнюю из-под прихвата. Такого же назначения и прихвата, показанного на фиг. 125, в, легко удаляемого после ослабления зажимной гайки. Назначение прихвата, представленного на фиг. 125, б, ясно из фигуры. Угловой прихват (фиг. 125, г) служит для закрепления детали со стороны обратной месту крепления.

Откидной шарнирный прихват (фиг. 125, д) устанавливается на оси в проушине приспособления и закрепляет деталь навинчиванием гайки на откидной болт. Сила зажима такого прихвата в два раза превосходит силу, передаваемую гайкой в случае, если зажим сухаря прихвата расположен точно по его середине. Сухарь может повертываться в цилиндрической постели прихвата, располагаясь всей своей плоскостью на поверхности детали, и надежно ее закреплять.

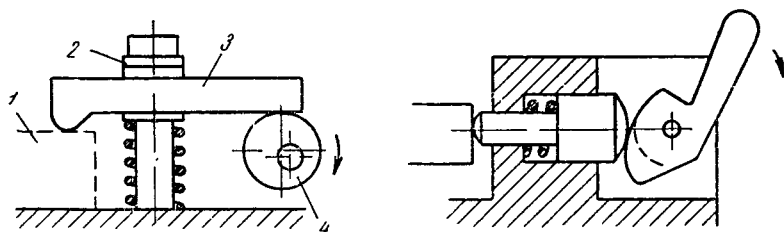
Назначение плавающего прихвата (фиг. 125, е)—зажать деталь и затем неподвижно соединить ее с корпусом, не изменяя ее положения относительно установочных поверхностей приспособления. Угловые прихваты при вращении гайки стягиваются и закрепляют деталь. При дальнейшем наворачивании гайки закругленные места головки болта и специального кулачка разожмут надрезанные части прихватов и создадут жесткую связь детали с приспособлением.

Широко применяются в приспособлениях эксцентриковые прихваты (фиг. 126). Они действуют значительно быстрее, чем винтовые, но менее универсальны и поэтому применяются при небольших отклонениях размеров зажимаемых предметов.

Сократить время закрепления деталей позволяют различные конструкции многократных прихватов (фиг. 127). С их помощью удается создать равномерное давление во всех местах обрабатываемой детали. Это достигается наличием свободных связей между деталями прихватов (фиг. 127, а), тщательностью их выполнения, а иногда и применением эластичных сред (фиг. 127, б), способных передавать равномерное давление (гидропласта, резины, воска, стеарина).

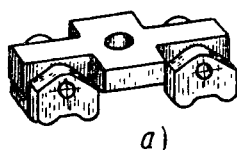
Схема работы роликового зажима, действующего под влиянием сил резания, дана на фиг. 128. Во время обработки эти силы задерживают вращение детали 1 и заставляют ее повернуться относительно оправки 2. При этом ролик 3 покатится по опорной поверхности А и заклинитсЯ между нею и деталью, удерживая последнюю от вращения.

В последнее время все шире и шире применяются пневматические и пневмогидравлические приспособления. Они позволяют почти совершенно обходиться без применения мускульной силы рабочего. В таких приспособлениях деталь закрепляется поворотом рукоятки крана. Кран открывает доступ сжатому воздуху к поршню, передающему давление на прихваты приспособления (фиг. 129). Как видно

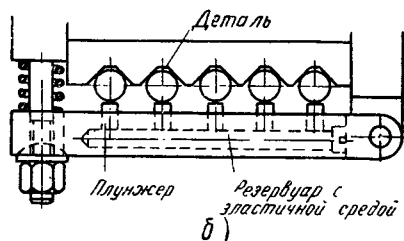


Фиг. 126. Эксцентриковые прихваты:

1 — деталь; 2 — сферическая шайба; 3 — прихват; 4 — эксцентрик.

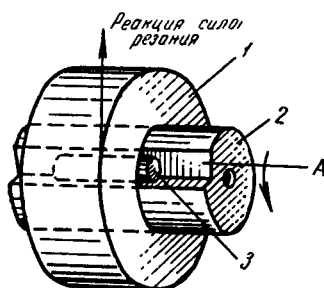


а)

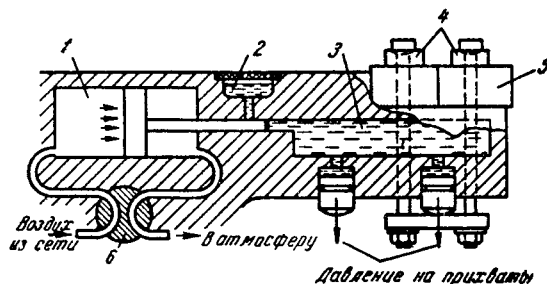


б)

Фиг. 127. Многократные прихваты.



Фиг. 128. Автоматический зажим от усилия резания.



Фиг. 129. Устройство пневмогидравлических приспособлений.

1 — воздушный резервуар; 2 — масляный компенсатор утечки; 3 — резервуар с жидкостью; 4 — прихваты; 5 — закрепляемые детали; 6 — воздушный кран.

из фигуры в пневмогидравлическом приспособлении сжатый воздух давлением 4—5 ат попадает в цилиндр и давит на поршень. Скалка поршня передает это давление маслу, залитому в рабочий резервуар, а масло давит на плунжеры и, соответственно, на прихваты.

Описанные в этой главе элементы приспособлений представляют собой только небольшую, но главную часть применяемых в производстве конструкций.

ГЛАВА II

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

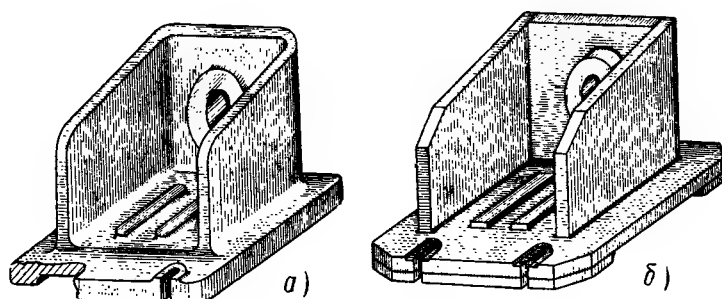
1. КОРПУС И ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЕ

Корпус представляет собой основную часть приспособления, выполненную в виде коробки, плиты или основания со стойками различных форм и размеров и предназначенную для размещения остальных деталей и узлов приспособления. Для удобства изготовления корпуса иногда делаются составными из нескольких деталей. Конструктивно и технологически корпус может выполняться литым из чугуна и стали, или сварным из круглого, профильного и листового проката, или, наконец, выполняться цельным из стальных поковок.

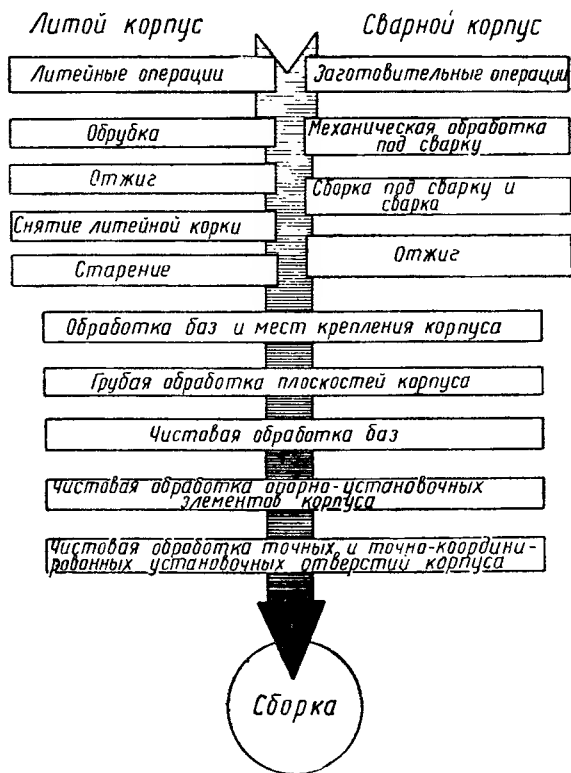
Два варианта конструкции корпуса — сварной и литой — показаны на фиг. 130; а схема их технологического процесса изготовления дана на фиг. 131.

При выполнении сварного варианта корпуса детали его отрезаются на пилах или вырезаются из толстолиствого проката кислородно-ацетиленовым пламенем. У заготовок, как правило, обрабатываются только одни ребра, с которых удаляются неровности и, таким образом, создается соответствующая чертежу форма детали. На основаниях, а также других опорных поверхностях деталей корпусов выбираются углубления (фиг. 132), облегчающие последующую обработку и установку приспособления на станке, а узлов и деталей на корпусе.

После выполнения перечисленных операций детали считаются подготовленными для сварки. Малоответственные и изготовленные из тонкого листа корпуса свариваются электродами марок Э34 и Э42, а более ответственные — электродами марки Э50. Сварка производится квалифицированным электросварщиком с участием опытного слесаря. Слесарь устанавливает детали по чертежу, а электросварщик вначале ставит прихватки, а затем проваривает сплошным швом. Некоторые корпуса пневматических и пневмогидравлических приспособлений, которые одновременно являются резервуарами,



Фиг. 130. Два варианта конструкции корпуса:
а — литой; б — сварной.

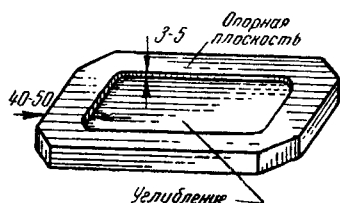


Фиг. 131. Технологическая схема изготовления корпуса.

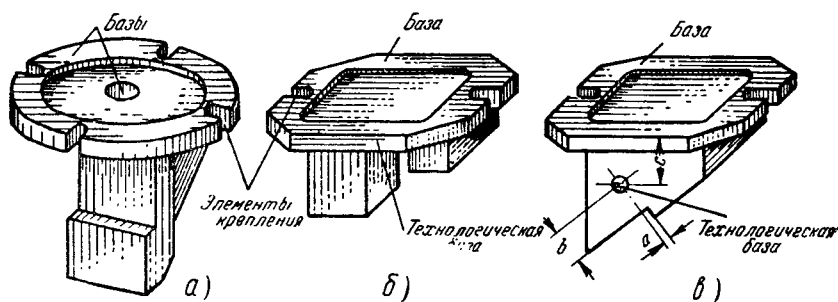
работающими под значительным давлением, а также детали тяжелых устройств должны свариваться с соблюдением правил Инспекции Госгортехнадзора, а после изготовления испытываться на повышенные давления и нагрузки.

Сварные и литые корпуса подвергаются отжигу для снятия напряжений. Нарушение установленного режима отжига неизбежно ведет к короблению корпуса и потере размеров при изготовлении и эксплуатации.

Первой механической операцией после сварки и отжига должна быть операция по созданию баз для дальнейшей обработки, разметки и контроля корпуса. Чаще всего базами служат три взаимно перпендикулярные плоскости корпуса или плоскость и перпендикулярная ей цилиндрическая поверхность. Иногда конструкция приспособления позволяет использовать в качестве баз только две плоскости или одно отверстие.



Фиг. 132. Основание корпуса.



Фиг. 133. Производственные базы корпуса.

Если рабочих поверхностей недостаточно, чтобы использовать их в качестве базовых, тогда на корпусе обрабатываются дополнительные поверхности, хотя они и не нужны для дальнейшей работы приспособления. Такие поверхности называются технологическими базами. Технологические базы выбирают так, чтобы они служили не только при механической обработке, но и при сборке приспособления.

Проиллюстрируем это примером. На фиг. 133, а изображен корпус, где в качестве баз используются плоскость основания и отверстие для центрирования приспособления на станке. Обе базы следует обрабатывать на токарном станке с одной установки. Для дальнейшей обработки другого корпуса (фиг. 133, б) также достаточно двух баз: плоскости основания и, на этот раз уже технологической базы, одной из боковых граней корпуса.

Обработка корпусов, имеющих наклонные плоскости (фиг. 133, в) требует специальной технологической базы в виде отверстия, от которого при измерениях отсчитывают все размеры, расположенные на наклонной плоскости. Для этой цели чертежные размеры пересчитываются и задаются от технологической базы, т. е. контрольного отверстия.

Выбранные базы остаются постоянными на всем протяжении изготовления и сборки приспособления, как при выполнении технологических, так и контрольных операций. В качестве баз преимущественно выбираются базы отсчета чертежных размеров.

Одновременно с обработкой базовых поверхностей корпуса обрабатываются и его элементы крепления. Это делается с целью использования их в дальнейших операциях обработки корпуса. После грубой обработки по разметке остальных поверхностей корпуса базовые плоскости обрабатываются начисто. Точность их у шлифовальных и контрольных приспособлений должна соответствовать 2 классу (см. табл. 11), у прочих приспособлений — 3 классу. Отклонения от плоскостности проверяются и оцениваются «на краску», что гарантирует надежное прилегание плоскостей приспособления к плоскостям контрольной плиты или станка.

Чистовая обработка плоскостей корпуса, предназначенных для установки деталей и узлов приспособления, производится под $\nabla\nabla$ 6— $\nabla\nabla\nabla$ 7. Такую чистоту поверхности в инструментальных цехах чаще всего достигают шлифованием или шабрением. Если операция выполняется шабрением, то ее целесообразно совместить с выполнением сборочных операций. Целесообразно закрепить за сборкой и последующие операции, как например, чистовую обработку базовых отверстий.

Сверление, развертывание и нарезание отверстий для закрепления и установки деталей и узлов на корпусе чаще всего также производится на сборочном участке.

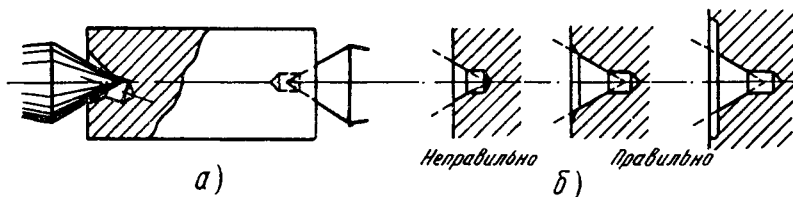
2. ОБРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Известно, что к приспособлениям предъявляются более высокие требования в отношении точности и геометрической формы их элементов, чем это имеет место у обрабатываемых деталей.

В цилиндрических и конических деталях приспособления особенно должна быть соблюдена геометрическая форма, т. е. выдержана соосность, устранена эллиптичность, сохранена перпендикулярность торцов или фланцев к цилиндрической поверхности. Эти требования, как правило, указываются в чертежах. Если же такие указания отсутствуют, то отклонения не должны превышать половины допуска на выполнение данного размера и, во всяком случае, не выходить за пределы всего поля допуска.

Очевидно, что эти требования выполнить, пользуясь предельными калибрами, нельзя. В связи с этим в производстве приспособлений

при образовании цилиндрических поверхностей производят измерения универсальными средствами, определяющими абсолютный размер детали в любом его сечении. Однако точное измерение размера еще не означает его точного выполнения. Образование точных цилиндрических поверхностей и сохранение их соосности требуют особого внимания к качеству центровых отверстий. Рассмотрим эти требования.

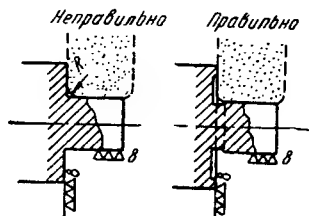


Фиг. 134. Центровые отверстия.

1. Центровые отверстия должны лежать строго в одной оси. Смещение от оси (фиг. 134, а) приводит к неодновременному срабатыванию их опорных поверхностей и отклонению от геометрической формы детали.

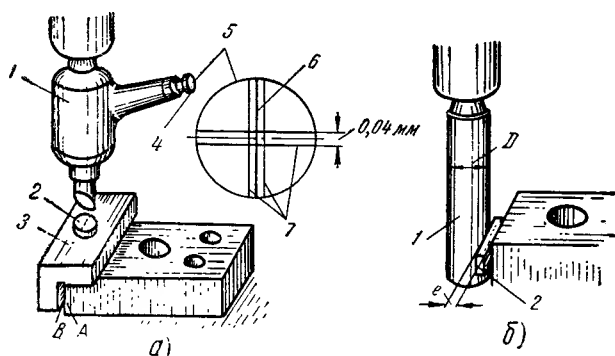
2. Форма центровых отверстий (фиг. 134, б) должна строго соответствовать приложению к ОСТ/НKM 4044.

Не следует допускать переустановки в центрах точных многоступенчатых валиков во время шлифования, а также перезакрепления ведущего хомутка до окончания операции, так как это вызывает неконцентричность отдельных ступеней друг другу. Торцовые поверхности валиков также необходимо обрабатывать за одну установку с их цилиндрическими поверхностями. Чтобы получить правильное сопряжение торца с цилиндрической поверхностью у подобных деталей, следует максимально уменьшить торцовую поверхность образованием проточки (фиг. 135), облегчающей создание прямого угла и его острой вершины.

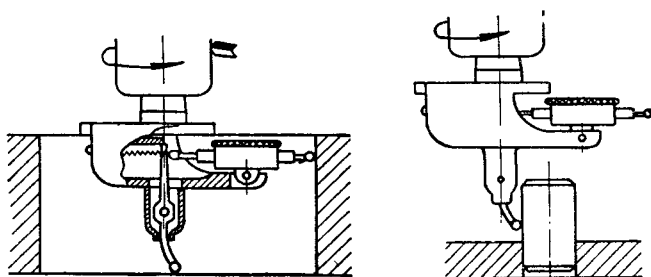


Фиг. 135. Сопряжение цилиндрической и торцевой поверхности.

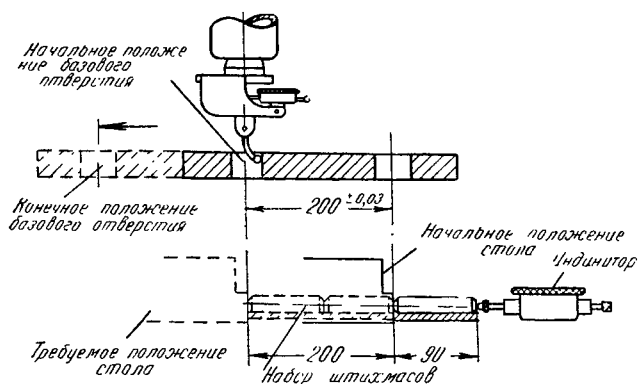
Изготовление отверстий точной геометрической формы представляет, пожалуй, самую сложную задачу. На величину отклонения их от правильной геометрической формы влияют многие условия, в том числе, допущенные ошибки в выборе способа и порядка обработки, недостатки в закреплении детали и инструмента и, наконец, точность настройки и состояние оборудования. Например, при растачивании отверстия вращение можно придать как детали, так и инструменту, однако если вращается деталь, а подача осуществляется инструментом, то такая схема дает наименьшее отклонение оси от



Фиг. 136. Установка оси шпинделя.



Фиг. 137. Исходная установка по отверстию и цапфе.



Фиг. 138. Переход от исходной установки на расточку.

верстия, но наибольшие погрешности в других элементах геометрической формы. При другой схеме обработки деталь остается неподвижной, а все главные движения осуществляются за счет перемещения инструмента. Здесь достигаются лучшая форма и более точные размеры отверстия, но возможно большее отклонение оси отверстия. В зависимости от того, какие требования предъявляются к отверстию и следует выбирать тот или иной способ сверления.

Чтобы получить наименьшие отклонения отверстия от правильной формы и заданного положения оси, технология обработки должна быть построена в следующем порядке. Первый переход технологического процесса состоит в центровании детали коротким инструментом. Центрование создает направление для последующего инструмента и предохраняет отверстие от увода. После сверления (второй переход) производится растачивание, устраняющее увод от оси и, наконец, ведется развертывание, дающее точные размеры и геометрическую форму отверстия. Следует иметь в виду, что развертка не устраняет увода, а следует точно по ранее полученной оси отверстия.

Также существенно влияет на точность обработки и правильность закрепления детали на станке. При закреплении деталь не следует подвергать какому-либо усилию, вызывающим деформации, так как после снятия она вновь примет прежнее состояние, а обработанные поверхности, наоборот, изменят свою форму. Закрепление деталей должно осуществляться с соблюдением следующих правил:

- а) деталь ставить на точно обработанную и геометрически правильную поверхность;
- б) для установки использовать наименьшее, но необходимое количество опор (для плоскости 3 опоры);
- в) усилие зажима должно действовать против опоры;
- г) деталь по наружной поверхности закреплять не в обычном токарном патроне, способном вызвать деформацию, а в таком устройстве, зажимающая поверхность которого точно соответствует форме детали, или же закреплять за его торцевую плоскость.

Отверстие и прилегающую к нему торцевую поверхность всегда необходимо выполнять с одной установки, придерживаясь этого правила, как в предварительных, так и в окончательных технологических операциях.

3. ТОЧНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Точное размещение отверстий представляет наибольшую технологическую сложность. К деталям, которые требуют точного размещения или, как говорят, координирования отверстий, относятся корпуса приспособлений, кондукторные плиты, съемные копиры, делительные устройства и т. д.

Точное координирование отверстий может потребоваться как у термически необработанных, так и у закаленных деталей. Техно-

логический процесс их размещения в детали в обоих случаях будет различным. Такие отверстия чаще всего образуются на координатных разметочно-сверлильных станках. Рассмотрим некоторые приемы работы на этих станках.

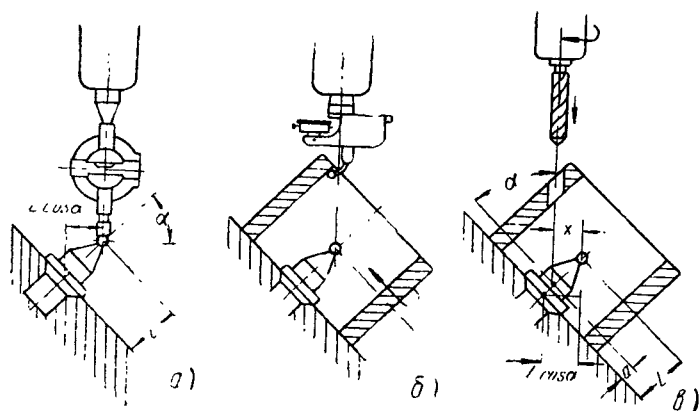
Установка деталей в исходное положение производится с помощью визирного микроскопа или валика и центрирующего индикатора. Из фиг. 136, а видно, как устанавливается шпиндель по визирному микроскопу 1 и визирному угольнику 3. Чтобы ось шпинделя совпала с плоскостью А, необходимо приложить к последней плоскость В визирного угольника 3 и тогда риска 2 угольника окажется в этой же плоскости. Затем вставляют в шпиндель станка визирный микроскоп 1. В окуляре 4 этого микроскопа наблюдателю видно изображенное на фигуре поле зрения 5 с сеткой, состоящей из попарных и взаимно перпендикулярных рисок 7. Расстояние между рисками равно 0,04 мм. Укрепленная на столе деталь перемещается до тех пор, пока риска 6 не окажется посередине между парными рисками микроскопа. Это означает, что центр шпинделя находится точно в плоскости детали А. Установка шпинделя может быть осуществлена и при помощи валика 1 и концевой меры 2 (фиг. 136, б). В этом случае для совмещения центра шпинделя с плоскостью А потребуется переместить его вправо на величину $\frac{D}{2} + l$.

Несколько отлична установка детали в исходное положение по базовому отверстию или базовой цапфе (фиг. 137). Ее можно осуществить, используя центрирующий индикатор, вставленный в шпиндель станка. Для этой цели стол с деталью перемещается относительно шпинделя до тех пор, пока при вращении индикатора его стрелка не будет все время оставаться в одном и том же положении.

Рассмотрим теперь, как осуществляются перемещения механизмов станка в процессе работы. Схема передвижений стола для перехода от базового отверстия на расточку последующего дана на фиг. 138. Подобное перемещение можно осуществить, воспользовавшись штихмассами и установочными индикаторами и зафиксировав начальное положение стола. Для этого укладывается в лоток станка соответствующее количество штихмасс ($l = 90$ мм) и стрелка индикатора устанавливается на начальное деление. Затем с помощью ходового винта перемещают стол на нужный размер (200 мм) и, увеличив на эту же величину размер набора штихмасс, устанавливают его так, чтобы стрелка установочного индикатора вновь оказалась в нулевом положении. В результате этих перемещений шпиндель окажется на своем месте и можно вести обработку отверстия.

Расточку отверстий с наклонными осями делают на универсальных делительных столах. В общем случае обработка ведется по схеме, изображенной на фиг. 139. На станок ставится универсальный дели-

тельный стол, его поворачивают на заданный угол и, пользуясь центрирующим ватерпасом (фиг. 139, *а*), по шаровому наконечнику центра устанавливают последний строго по оси шпинделя. Затем, не изменяя положения шпинделя, помещают и закрепляют деталь на наклоненной поверхности стола. Центрирование производится индикатором во время вращения планшайбы делительного стола (фиг. 139, *б*).



Фиг. 139. Расточка отверстий с наклонными осями.

Чтобы получить в детали размер *a* (фиг. 139, *в*) шпиндель станка следует передвинуть относительно центра шарового наконечника на величину *x*, которую можно определить из построения на фигуре:

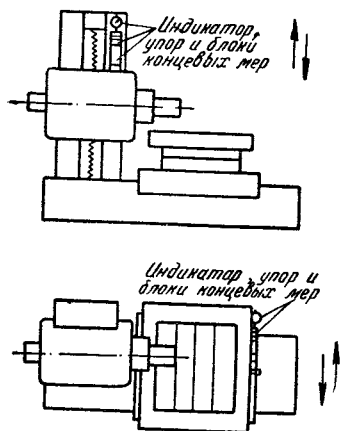
$$x = L \cos \alpha - a \cos \alpha = (L - a) \cos \alpha. \quad (11)$$

При отсутствии разметочно-сверлильных станков точно разместить отверстия можно с помощью сверлильных, вертикально-фрезерных или горизонтально-сверлильных — фрезерных станков, применив концевые меры и индикатор. Схема настройки одного из подобных станков приводится на фиг. 140. Станок оснащается специальными контрольными площадками и индикаторами для точного отсчета передвижений оси шпинделя или детали. Перемещение ведется по блокам концевых мер.

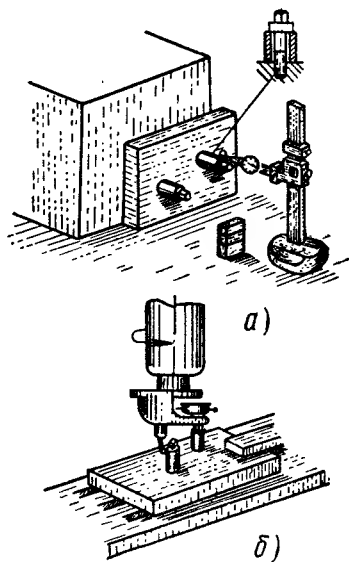
Кроме таких способов размещения отверстий иногда применяют, так называемый, кнопочный способ. Обработка по кнопкам ведется на станках самых различных типов. При этом способе предварительно размечают положения центров будущих отверстий, сверлят отверстия инструментом несколько меньшего диаметра, чем это требуется по чертежам, нарезают их, и, воспользовавшись этой резьбой, закрепляют над каждым отверстием шлифованные втулки (фиг. 141).

Затем с помощью контрольной плиты, концевых мер и индикатора на стойке втулки устанавливают на заданных расстояниях (фиг. 141, а) и помещают деталь на станок. Перед закреплением детали на станке, пользуясь центрирующим индикатором, совмещают ось шпинделя с осью втулки (фиг. 141, б). Расточив первое отверстие, вновь настраивают шпиндель по второй кнопке (втулке), а затем, удалив ее, обрабатывают другое отверстие.

Точное размещение отверстий в детали, изготовленной целиком из закаленной стали (фиг. 142), чаще всего требуется при изготовлении



Фиг. 140. Настройка горизонтально-сверлильно-фрезерного станка для точной расточки.

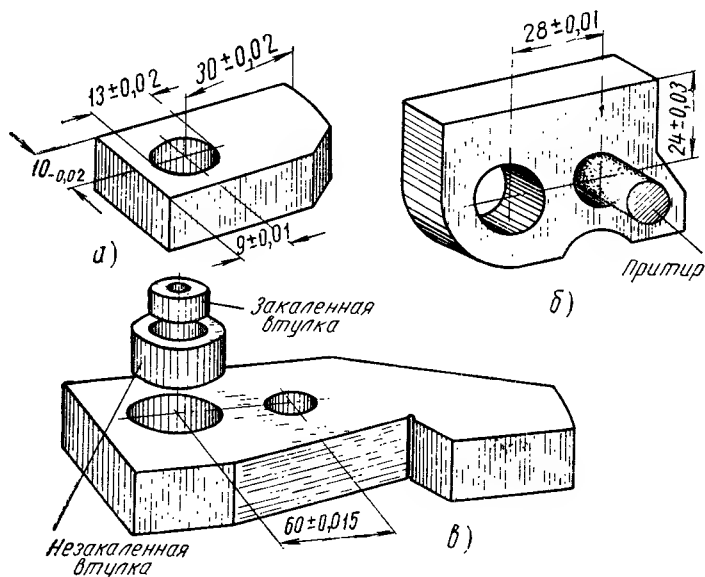


Фиг. 141. Кнопочный способ расточки.

копиров и кондукторных плит, имеющих близко расположенные кондукторные отверстия. Решение этой задачи может быть произведено различными способами. При изготовлении, например, детали с одним отверстием, находящимся на определенном расстоянии от профиля (фиг. 142, а), это отверстие обрабатывается до заковки с припуском под доводку. Расстояние между осью отверстия и контуром профиля выдерживается за счет обработки профиля до такого состояния, при котором он окажется на нужном расстоянии от отверстия. При таком технологическом процессе доводка отверстия ведется обычным цилиндрическим притиром. Если же в детали имеются два отверстия (фиг. 142, б), этот прием использовать нельзя, так как для этого потребуется получать точное расстояние между двумя отверстиями, что значительно труднее. В данном случае доводится одно отверстие разжимным цилиндрическим притиром, а для второго применяются два притира различных диаметров. Одним из

притиров, имеющим меньший диаметр, чем диаметр второго отверстия, снимают больше металла с той стороны отверстия, в которую следует сдвинуть его ось, а затем большим притиром калибруют отверстие окончательно.

Наиболее удобным и выгодным считается способ, изображенный на фиг. 142, в. В детали сверлятся по разметке отверстия несколько большего диаметра, чем этого требует конструкция. После закалки отверстия зачищаются или шлифуются и в них запрессовываются



Фиг. 142. Точное размещение отверстий в закаленных деталях.

втулки из незакаленного материала. Затем в этих втулках растачиваются отверстия под закаленные втулки. Выдержать координаты подобных отверстий не представляет особого труда.

Если поверхности отверстий могут не подвергаться закалке, а высокая твердость требуется только от наружного контура (копир), то такие детали изготавливают цементированными или подвергают поверхностной закалке.

Обработка профильных поверхностей деталей приспособлений производится так же, как это описано в четвертом разделе.

ГЛАВА III

СБОРКА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

1. О ПЯТИ ОСОБЕННОСТЯХ И МАРШРУТЕ СБОРКИ

Сборка приспособлений — очень сложный технологический процесс. Он объединяет многообразные операции и переходы слесарной и механической обработки, сочетаемые со сложными и точными измерениями, и охватывает, как элементы общемашиностроительной сборки, так и элементы, встречающиеся только при сборке приспособлений.

В чем же состоит главная задача сборки?

Главная задача сборки приспособлений состоит в последовательном соединении и точной установке по отношению к базовой детали других механически обработанных деталей сначала в группы, затем в узлы и, наконец, в готовое изделие. Наряду с этим при сборке устраняются недоделки в форме и размерах, которые были допущены при механической обработке собираемых деталей.

Первая технологическая особенность процесса сборки состоит в том, что для ее осуществления приходится точно согласовывать взаимное расположение рабочих элементов приспособлений относительно трех взаимоперпендикулярных плоскостей. Такая особенность заставляет производить установку, сборку и доводку деталей, узлов и поверхностей приспособлений не раздельно, а в комплексе, сочетая их с проверкой положения элементов приспособлений от этих трех плоскостей.

При сборке приспособлений практически используется только одна плоскость — горизонтальная, плоскость контрольной плиты (фиг. 143). Она служит измерительной и установочной базой, от которой ведется весь процесс сборки и измерения.

Перемещая индикатор параллельно плоскости контрольной плиты, представляется возможность как бы совершить процесс, обратный проектированию и перенести на деталь размеры, заданные в плоскости проекции, показанной на фигуре.

Очевидно, что когда потребуется перенести на деталь размеры, изображенные в другой проекции (не показанной на фигуре), необходимо повернуть деталь или, как говорят инструментальщики, перекантовать ее на угол 90° . После этого можно вновь вести установку деталей или узлов и проверку их положения от горизонтальной плоскости плиты согласно размеров, указанных в другой проекции. Если такая перекантовка произведена точно, слесарь получит соответствующие величины размеров, заданных в другой проекции чертежа.

Перекантовка осуществляется новой установкой детали по угольнику от его установочной базы или же поворотом кантующейся призмы и детали на другую грань (фиг. 144).

Отсюда можно сделать вывод, что контрольная плита и кантующаяся призма — такое же рабочее место для слесаря-сборщика приспособлений, как верстак и тиски для слесарей других специальностей.

Способ, о котором рассказано, самый производительный, наиболее удобный и точный при сборке приспособлений. Пользуясь им, слесарь всегда приводит обрабатываемую и измеряемую плоскость в горизонтальное положение, т. е. в положение параллельное плоскости контрольной плиты. Это — вторая особенность сборки.

Третья особенность сборочной технологии состоит в том, что при сборке совмещаются производственные и контрольные операции в единый неразрывный производственный процесс, дающий высокую точность сборки.

Четвертая особенность сборки приспособлений характеризуется тем, что большинство деталей, поступающих на сборку, закалено и, следовательно, значительная часть инструментально-сборочных работ состоит в обработке, установке и доводке закаленных поверхностей. Поэтому слесарю-инструментальщику, наряду с напильником и шабером, необходимо уметь в совершенстве пользоваться абразивными брусками, шлифовальными кругами, порошками, пастами и шкурками.

Пятая особенность сборки приспособлений состоит в высокой точности обработки и установки узлов и деталей. Дело в том, что приспособления должны быть в 2,5—5 раз точнее обрабатываемых в них деталей и чем выше точность обработки изделия, тем выше должна быть относительная и абсолютная точность изготовления приспособления. Это требует высокой квалификации слесаря, совершенства в чтении чертежей и пользовании сложными и точными измерительными приборами.

При всем разнообразии конструкций приспособлений и технологического процесса можно найти общие закономерности и определенный порядок сборки. Общий порядок сборки станочных приспособлений состоит примерно из следующего:

1. Установки комплектности и качества деталей, поступивших на сборку.

2. Слесарной обработки поступивших деталей.

3. Проверки и сборки опорной плоскости корпуса приспособления и базовых поверхностей.

4. Пригонки поверхностей корпуса под опоры.

5. Установки, крепления и доводки опор.

6. Установки, крепления и доводки установочных и направляющих деталей и узлов.

7. Установки, крепления и доводки подвижных деталей и узлов (фиксирующих и центрирующих устройств, подвижных опор и т. д.).

8. Сверления, нарезания и сборки узлов и деталей, зажимающих изделие, и проверки на вхождение изделий и закрепляемость их в приспособлении.

9. Маркировки приспособления согласно чертежу.
10. Установки и пригонки шпоночных сухарей для установки приспособления по пазам станка.
11. Окончательной проверки эксплуатационных размеров и соответствия приспособления техническим условиям, указанным в сборочном чертеже.
12. Балансировки вращающихся приспособлений.
13. Сдачи ОТК и проверки приспособления в работе.
14. Окраски приспособления.

2. СЛЕСАРНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПЕРЕД СБОРКОЙ

Перед сборкой приспособления устанавливается комплектность, качество изготовления и степень готовности поступивших на сборку деталей. Убедившись в соответствии деталей чертежу и технологическому процессу, приступают к их слесарной обработке.

Слесарная обработка их заключается в притуплении острых кромок, снятии заусенцев, заправке заходов резьбы, в сборке отдельных узлов, устанавливаемых в собранном виде, в создании требуемого соединения и плавного хода деталей и узлов, в пришабривании или шлифовании опорных плоскостей и плоскостей соединения с корпусом приспособления. Выполнение большинства перечисленных работ производится обычными слесарными приемами.

Обработка закаленных поверхностей деталей во многих случаях выполняется не механическим, а сборочным участком цеха. Причина этого заключается в том, что шлифовальные операции, как правило, перемежаются с операциями слесарными, а иногда и осуществляются теми же слесарно-инструментальщиками. Закаленные поверхности деталей приспособлений шлифуются на станках, механизированными инструментами или вручную.

Шлифование ведется абразивными кругами, головками и брусками. Ручное шлифование брусками производится в том случае, если поверхность детали не может быть обработана на станке. Для него применяются абразивные бруски различных форм и размеров (ГОСТ 2456—52), изготовленные как из искусственных, так и естественных абразивных материалов. Известно, что при ручном шлифовании скорость резания (скорость перемещения бруска) во много раз меньше скорости резания при шлифовании на станках или механизированных инструментах. В связи с этим абразивные бруски выбираются с большей твердостью, чем шлифовальные круги. Ручное шлифование, как правило, ведется сначала крупнозернистыми и твердыми, а затем мелкозернистыми и более мягкими брусками.

Поверхности брусков во время ручного шлифования быстро изнашиваются, засаливаются или теряют свою форму. Чтобы восстановить форму и работоспособность брусков, их периодически правят на специальных плитах, шаржированных шлифовальными порошками. При правке брусок кладется на поверхность плиты и передви-

гается в различных направлениях с некоторым нажимом. После нескольких перемещений по поверхности плиты плоскость бруска становится геометрически правильной, а его грани — острыми и пригодными для дальнейшей работы.

Абразивными брусками производят шлифование фасонных поверхностей копиров, установов и других деталей, а также опорных поверхностей приспособлений в сборе. Способы получения фасонных поверхностей, точных плоскостей и углов подобны приемам, изложенным ранее. Однако, в связи с тем, что точность этих поверхностей грубее равнозначных поверхностей измерительного инструмента, в производстве приспособлений редко прибегают к лекальной доводке, а чаще ограничиваются полированием поверхностей абразивной шкуркой после механического или ручного шлифования.

Наибольший объем подготовительных слесарных операций приходится на слесарную обработку корпуса приспособления. Как указывалось ранее, основание и базовые плоскости корпуса обрабатываются до его передачи на сборку. На сборочном участке эти поверхности вновь подвергаются осмотру, проверяется их правильность и устраняются повреждения. Проверка ведется «на краску» с помощью контрольной плиты. Такой же проверке подвергаются основные и технологические базы корпуса.

Точность приспособления требует надежного соединения корпуса и устанавливаемых на него узлов. Поэтому их соединительные поверхности подвергаются тщательной обработке в пределах $\nabla \nabla 6$ — $\nabla \nabla \nabla 8$ шлифованием или шабрением. Кроме необходимой чистоты поверхности от этих плоскостей требуется строгая параллельность и перпендикулярность основанию и базам корпуса.

3. УСТАНОВКА БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ В ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Точная установка базовых деталей в исходное положение — важная составная часть технологического процесса сборки. Поясним, что следует понимать под «базовой деталью» и ее «исходным положением».

В любой сборке, и особенно сборке приспособлений, выявляются наиболее важные детали, размеры и положение которых определяют размеры и положение остальных деталей в приспособлении. Их принято называть базовыми деталями. В приспособлениях «базовыми» считаются большей частью корпусные детали. В сложных конструкциях базовыми могут считаться и не корпусные детали, если они служат основой для сборки с ними других деталей.

Сборка всегда начинается с обработки базовой детали и с подготовки в ней мест соединения с другими. Чтобы успешно провести обработку и сборку, базовую деталь устанавливают и закрепляют так, чтобы ее установочные поверхности были точно ориентированы относительно измерительной базы, а поверхности, полученные после сборки, оказались бы параллельными этой базе. Такая начальная

установка базовой детали при сборке и обработке называется ее исходным положением.

Базовая деталь, приведенная в такое положение, должна быть неподвижной и устойчивой во время работы над ней. Устойчивость ее при достаточном весе может быть обеспечена удачным расположением центра тяжести. Такие детали остаются в момент сборки незакрепленными и, как правило, незначительные усилия слесарной обработки не изменяют их положения на контрольной плите или другом установочном устройстве.

При малом весе базовой детали ее закрепляют на кантующейся призме. Закрепляя деталь в исходном положении, используют крепления, предусмотренные конструкцией приспособления. Это делается для того, чтобы сохранить однообразие условий крепления при изготовлении, измерении и эксплуатации, а следовательно, повысить точность сборки.

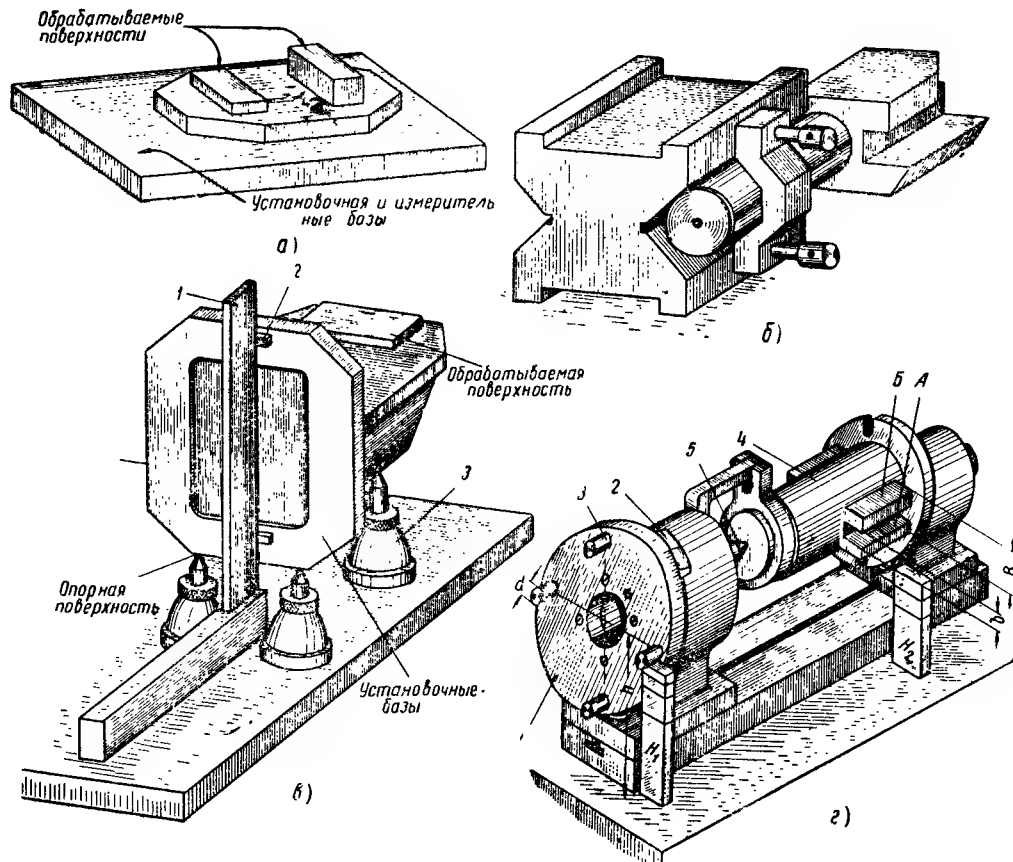
Какими же способами и средствами можно установить базовую деталь в исходное положение?

Самая элементарная установка базовой детали изображена на фиг. 145, а. При такой установке корпус приспособления помещается своим основанием на плоскость контрольной плиты, являющейся измерительной и установочной базой. Такая установка дает возможность выполнять слесарно-сборочные операции над параллельными основанию плоскостями базовой детали (корпуса).

Второй распространенный вид установки состоит в закреплении или, как говорят инструментальщики, в привязывании базовой детали к призме (фиг. 145, б). Подобная установка применяется для настройки негромоздких и не тяжелых деталей. Установка обеспечивает высокую точность взаимосвязи между поверхностями, расположенными к основанию и друг другу под прямым углом. Для получения такой взаимосвязи во всех трех измерениях достаточно всего двух положений призмы на контрольной плите.

В том случае, если деталь не имеет цилиндрической базы, она крепится к призме, изображенной на фиг. 144. Закрепление детали на призме производится болтами, струбцинками или прихватами. Это делается после установки технологической базы в положение параллельное плоскости плиты с помощью индикатора, закрепленного на стойке.

Третий вид исходной установки — установка и выверка базовой детали на домкратах. Выверка на домкратах производится от установочной базы по угольнику (фиг. 145, в). При этой схеме домкраты могут быть заменены клиньями, располагаемыми в трех точках. Независимо от того, на домкратах или клинях установлена деталь, выверка должна производиться по точному, массивному угольнику с полкой при помощи двух небольших и одинаковых концевых мер. Выверку считают законченной, если обе меры удерживаются стойкой угольника, придвинутого к установочной базе. Также выверяется приспособление и по второй установочной базе. Выверка



Фиг. 145. Установка детали:

а — на плоскости контрольной плиты; б — на призме; в — на домкратах; г — угольник; 2 — измерительная плита; 3 — домкраты; 4 — в центровых бабках.

по угольнику и концевым мерам значительно точнее, чем установка на просвет.

Как второй, так и третий способ применяются для обработки плоскостей перпендикулярных установочной базе. Однако, если второй способ для перехода к обработке другой перпендикулярной поверхности не требует повторной выверки, при третьем — такая выверка оказывается необходимой.

Четвертый вид установки может быть применен в том случае, когда базовая деталь имеет центровые отверстия (фиг. 145, г). Установка в центрах применяется при слесарной обработке поверхностей, расположенных параллельно оси, но под определенными центральными углами и на определенных расстояниях от центра вращения.

Осуществляя такую установку, диск 1 приводят в начальное положение, т. е. устанавливают нулевое деление диска против нулевого деления нониуса 2. При более точной настройке используют измерительные штифты 3, устанавливаемые в горизонтальное положение поворотом одного из них до соприкосновения с блоком концевых мер H_1 , равным:

$$H_1 = h - \frac{d}{2}, \quad (12)$$

где h — расстояние от измерительной базы до оси вращения;
 d — диаметр измерительного штифта.

Установив диск в начальное положение, закрепляют базовую деталь 4 в упорных центрах 5. Размер блока концевых мер H_2 для установки плоскости A в начальное положение равен:

$$H_2 = h - \frac{b}{2}, \quad (13)$$

где h — расстояние от измерительной базы до оси вращения;
 b — ширина обрабатываемого или проверяемого паза. Так может быть определен размер H_2 , если паз расположен симметрично линии центров и не имеет специального припуска на обработку. Когда же нужно установить деталь, имеющую припуск на обработку паза, величина H_2 должна быть вычислена по формуле:

$$H_2 = h - \frac{b}{2} + p, \quad (14)$$

где p — припуск на сторону.

Если установка ведется по плоскости B , то размер H_2 будет равен:

$$H_2 = h + \frac{b}{2} + p. \quad (15)$$

Итак, рассмотрены четыре способа установки базовой детали в исходное положение. Везде ее установочная база была параллельной или перпендикулярной обрабатываемой поверхности.

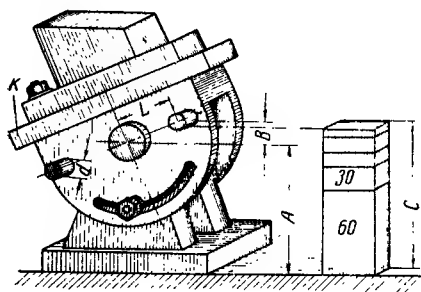
Как же поступают в том случае, если установочная база расположена под некоторым углом к обрабатываемой поверхности?

Для ответа на заданный вопрос рассмотрим два возможных случая установки:

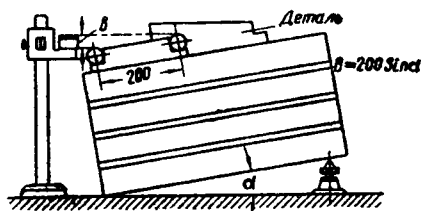
а) база наклонена под углом, видимым в одной проекции чертежа;

б) база наклонена под углом, видимым в двух проекциях чертежа.

В первом случае для установки достаточно воспользоваться поворотным синусным приспособлением (фиг. 146). На верхней плите



Фиг. 146. Пригонка наклонных опорных поверхностей.



Фиг. 147. Наклонная установка базовой детали.

такого приспособления устанавливается деталь и затем ее поворачивают до соприкосновения измерительного штифта и блока концевых мер, размер которого C определяют из формулы:

$$C = A + B - \frac{d}{2}$$

или

$$C = A + L \sin \alpha - \frac{d}{2}, \quad (16)$$

где A — расстояние от основания приспособления до оси его вращения;

d — диаметр измерительного штифта;

B — переменная величина, равная расстоянию L от оси поворота стола до оси измерительного штифта, умноженному на синус угла поворота стола.

Наклонную установку производят так, чтобы установочная база K оказалась параллельной оси вращения поворотного устройства.

При отсутствии синусного приспособления установка может быть выполнена на прямоугольной кантовующей призме, с помощью домкратов и синусной линейки или угловых мер (фиг. 147). Следует отметить, что такая установка менее надежна и менее точна.

Во втором случае, т. е. при наклоне базы, видимом в двух проекциях, пользуются установочными приспособлениями с двойным поворотом вокруг взаимноперпендикулярных осей. К таким устройствам относятся синусная двухповоротная плита и синусные двухповоротные тиски.

Синусная двухповоротная магнитная плита (фиг. 148) состоит из верхнего магнитного стола 1 и аншлага 2 для установки обрабатываемых изделий 3. Магнитный стол 1 может быть повернут под любым углом вокруг своей оси. Угол его поворота зависит от размера блока концевых мер, находящегося под измерительным валиком 4. Магнитный стол соединен осью 5 с промежуточной плитой 6. Промежуточная плита может вращаться по отношению к основанию 7 в направлении перпендикулярном первому повороту. Электропитание стола осуществляется по проводу 8.

Устройство двухповоротных синусных тисков было описано ранее.

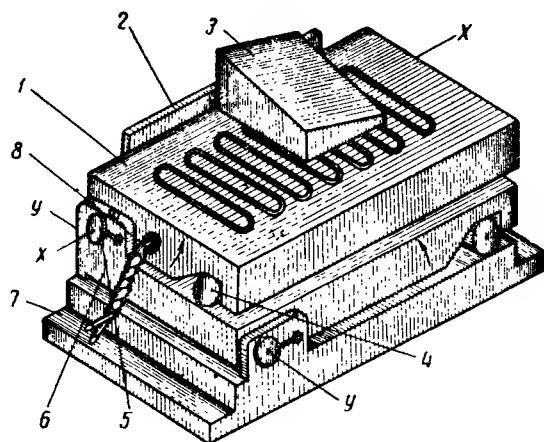
Пользование двухповоротными устройствами значительно сложнее работы с одноповоротными приспособлениями. При одновременном двойном повороте углы фактического перемещения детали не соответствуют углам, указанным в чертеже: один из углов обязательно отличается от чертежного.

Отчего это происходит и как определить нужные углы поворота, выясним, пользуясь фиг. 149. Предположим, что для обработки необходимо привести в горизонтальное положение плоскость $ABCD$. Очевидно, что для этого необходимо деталь повернуть так, чтобы одна из ее точек, лежащих на линии AD , совместилась с точкой E , а какая-нибудь точка линии CD совместилась с точкой F . Для этой цели деталь помещают на синусную плиту или в синусные тиски так, чтобы плоскости, в которых заданы углы α и β , были параллельны осям вращения поворотного устройства. Установку, как правило, начинают с поворота верхней части устройства вокруг оси XX . В этом случае поворот линии AD произойдет в той же плоскости ADE , где лежит угол α ; угол этого поворота α_1 будет равен:

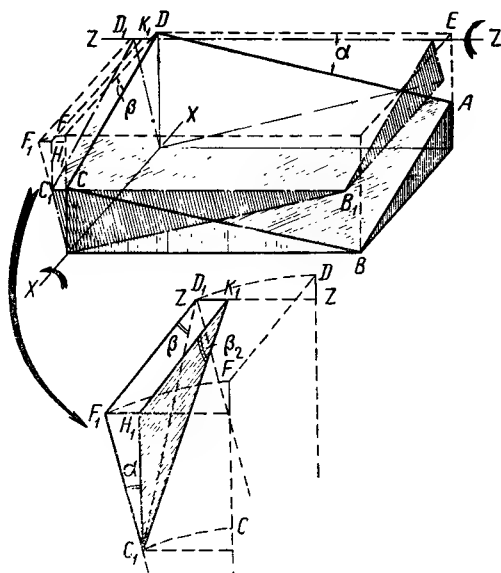
$$\alpha_1 = \alpha. \quad (17)$$

После первого поворота перемещенная деталь займет положение, показанное теми же буквами, но с индексом. Теперь следует произвести второй поворот вокруг оси ZZ . Однако, повернуть деталь так, чтобы линия C_1D_1 вращалась в плоскости угла β , т. е. плоскости $C_1D_1F_1$, невозможно. Линия C_1D_1 неизбежно будет двигаться в иной плоскости и ни одна ее точка не попадет в точку F_1 . Впрочем этого и не следует добиваться, так как достаточно, если одна из точек данной линии совместится с точкой H_1 .

Однако, на какой же угол следует повернуть обрабатываемую деталь, чтобы получить это совмещение точек? Обозначим этот угол β_2 . Из вынесенного стрелкой на фиг. 149 увеличенного построения видно:



Фиг. 148. Установка на синусной магнитной плите.



Фиг. 149. Схема расчета углов поворота синусной плиты.

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{C_1 H_1}{H_1 K_1} ;$$

$$C_1 H_1 = C_1 F_1 \cos \alpha ;$$

$$H_1 K_1 = D_1 F_1 .$$

Следовательно:

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{C_1 F_1}{H_1 K_1} \cos \alpha = \frac{C_1 F_1}{D_1 F_1} \cos \alpha .$$

Но, так как

$$\frac{C_1 F_1}{D_1 F_1} = \operatorname{tg} \beta ,$$

то

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \operatorname{tg} \beta \cos \alpha , \quad (18)$$

где α — угол первого поворота, заданный в чертеже;

β — угол второго поворота, заданный в чертеже.

Таким образом, поворачивая обрабатываемую деталь на углы α_1 (α) и β_2 и обрабатывая ее параллельно плоскости основания поворотных устройств, получим на детали углы α и β , указанные в чертежах.

4. ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В СБОРКЕ

Не менее важными вопросами технологии сборки являются различные приемы внутриоперационных измерений. От их точности и совершенства непосредственно зависит качество собранного изделия.

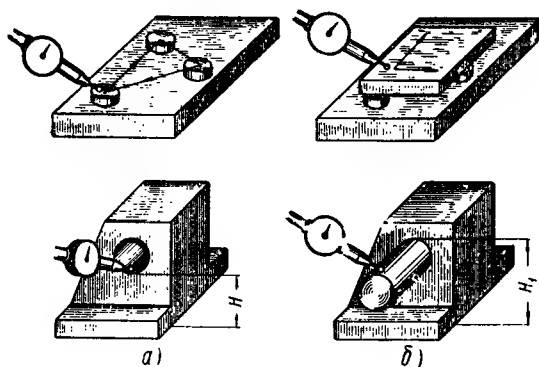
Процесс измерения при сборке осуществляется прямым контактом измерительного инструмента с изделием (фиг. 150, а) или же измерением его размеров с помощью посредника. В качестве посредников при измерении расстояний между плоскими поверхностями могут служить плоскопараллельные контрольные плитки, а при определении координат между отверстиями — цилиндрические валики.

Какой же из этих способов измерения лучше? Чтобы ответить на это, рассмотрим, что представляет собой принцип подобия при измерениях. Сущность этого принципа состоит в том, что измерение должно вестись двумя различными измерительными средствами; одно из них должно быть подобно сопрягаемой детали, а другое — устанавливать, что отклонения отдельных элементов профиля не выходят за определенные пределы.

Очевидно, что второй способ измерения более точен. В самом деле, и плоский брусок, и измерительный валик подобны тем деталям, которые в дальнейшем будут лежать на поверхностях, подвер-

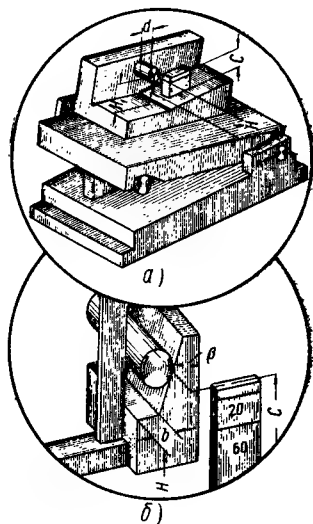
гаемых измерению. Поэтому, если измерить не сами поверхности, а то положение, которое займут подобия сопрягаемых деталей, получим более точные результаты.

При непосредственном измерении поверхности индикатором на его шкале будут видны различные показания, отражающие геометрию измеряемой поверхности, но в то же время не будет известно,



Фиг. 150. Два вида измерений при сборке:

а — непосредственное; *б* — с посредником.



Фиг. 151. Определение расположения непараллельных плоскостей.

какое положение займет на данной поверхности сопрягаемая деталь. Не дадут этих данных и средние значения показаний индикатора. Применение посредников позволяет также увеличить длину измеряемой поверхности и, следовательно, повысить точность измерения.

По этим причинам при внутриоперационном сборочном контроле преимущественно пользуются посредниками: плитками, валиками и различными макетами. Даже и в том случае, когда приходится непосредственно измерять размеры, это делают после предварительной проверки и пришабрирования поверхности на краску.

Ознакомившись с основными положениями измерительной техники сборки, перейдем к изучению ее отдельных приемов.

Первый и наиболее простой вид измерений в сборке — определение фактического расстояния между двумя параллельными плоскостями. Подобные измерения ведутся по схеме, приведенной на фиг. 143. Процесс измерения делится на три части: *а*) определение отклонений от геометрической формы плоскостей; *б*) определение параллельности между ними и *в*) измерение расстояния между плоскостями. Как видно из фигуры, измерения ведутся над деталью, установленной в исходное положение. Отклонения от геометрической формы определяются путем проверки на краску по контрольной плите или бруску. Взаимная параллельность плоскостей устанавли-

вается или индикатором непосредственно, или же индикатором через плитку-посредник, или, наконец, путем проверки по уровню. Применять уровень следует только в том случае, если плоскость контрольной плиты (измерительная база) установлена горизонтально.

Определить расстояние между плоскостями можно, сравнивая положение плоскостей с соответствующими блоками концевых мер.

Значительно сложнее определить взаимное расположение непараллельных плоскостей (фиг. 151). На чертежах оно задается линейными размерами от контрольного отверстия (фиг. 151, а) или же от плоскости до какой-либо точки, находящейся на другой плоскости (фиг. 151, б).

Определяя заданные расстояния H и H_1 по схеме на фиг. 151, а, в контрольное отверстие плотно вставляют измерительный валик и каждую из плоскостей последовательно устанавливают с помощью поворотного устройства в горизонтальное положение. Затем на измерительную базу ставят блоки концевых мер, размер которых равен соответственно

$$C = H + \frac{d}{2} \quad (19)$$

или

$$C_1 = H_1 + \frac{d}{2}, \quad (20)$$

где d — диаметр измерительного валика.

Сравнивая индикатором на стойке верхнее положение образующей валика с размером блока, определяют отклонения от размеров H и H_1 .

Определить размер b (фиг. 151, б) можно на контрольной плите, воспользовавшись измерительным валиком, угольником, блоком концевых мер и индикатором. Расчет величины блока концевых мер C , необходимого для сравнения с положением образующей измерительного валика, можно произвести по формуле:

$$C = H + \frac{r}{\sin \beta} - (s - r) \operatorname{ctg} \beta + r, \quad (21)$$

буквенные обозначения которой ясны из фигуры.

Ко второму комплексу измерений относят контроль расстояний между отверстиями и параллельности между ними. Этот комплекс также может быть разделен на 3 группы измерений: а) определение отклонений от размеров и геометрической формы каждого из отверстий; б) проверка параллельности их осей; в) измерение расстояния между отверстиями.

Геометрическая форма и размеры отверстий проверяются индикаторными нутромерами относительным методом. Параллельность осей и расстояние между ними измеряются валиками-посредниками, пригнанными к отверстиям на беззасторную посадку (фиг. 152)

Легче всего установить параллельность между осями. Это делается с помощью индикатора на стойке. Разница его показаний при замере на различных концах одного из валиков характеризует величину непараллельности каждого отверстия. Чтобы установить величину непараллельности K , производят следующий расчет:

$$K = P \frac{l}{L}, \quad (22)$$

где P — разница показаний индикатора;

l — длина отверстия;

L — длина контрольного валика.

Определение расстояния между осями отверстий производят путем сравнения положения верхних образующих валиков с положением верхней плоскости блоков концевых мер, изображенных на фиг. 152. Размер одного из блоков C должен быть равен фактическому расстоянию от верхней образующей измерительного штифта, находящегося в нижнем отверстии, до измерительной базы, т. е.

$$C = H + \frac{d}{2}. \quad (23)$$

Размер второго блока C_1 определится так:

$$C_1 = C + h + \frac{d_1}{2}. \quad (24)$$

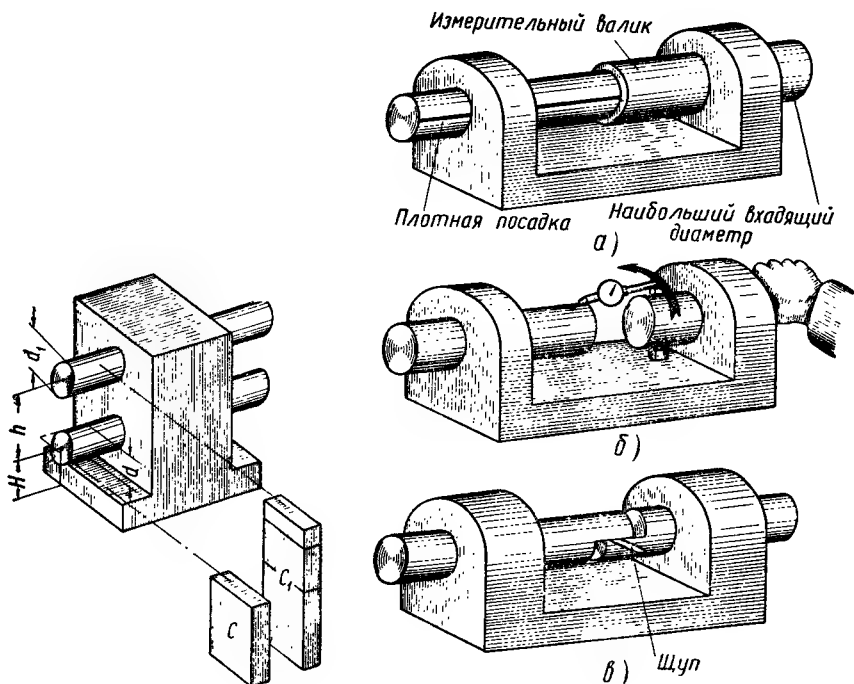
Значение букв в этих формулах видно на фигуре.

Определив размер блока концевых мер C_1 , сравнивают между собой с помощью индикатора на стойке высоту этого блока и положение верхней образующей второго измерительного валика. Отклонение индикатора покажет насколько фактическое расстояние между отверстиями отличается от размера h .

Проверка соосности отверстий составляет третий комплекс измерений (фиг. 153). Самое простое измерение этого комплекса состоит в проверке соосности прохождением контрольного валика через оба отверстия детали (фиг. 153, а). Контрольный валик пригоняется к одному из отверстий на плотную посадку. Величина фактической несоосности отверстий вычисляется, как полуразность диаметра второго отверстия и того наибольшего диаметра валика, который входит в это отверстие.

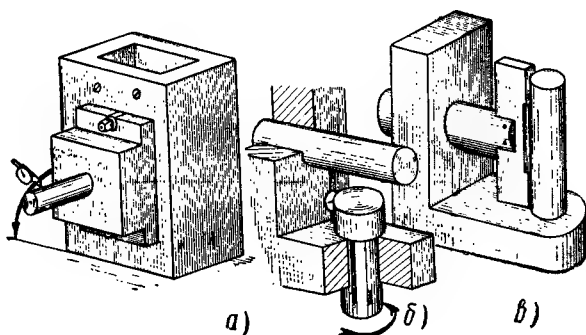
На фиг. 153, б показан более совершенный способ определения соосности. Чтобы проверить соосность этим способом, один из контрольных валиков помещают в одно из отверстий на плотную посадку, а в другое отверстие вставляют валик с индикатором. Последний валик должен иметь посадку, позволяющую провертывать его от руки. Полуразность показаний индикатора при вращении его вокруг первого валика даст фактическую величину несоосности.

Несоосность отверстий удобно проверять валиками, концы которых срезаны до половины (фиг. 153, в). При проверке стремятся валики сдвинуть так, чтобы срезы их соединились друг с другом в че-



Фиг. 152. Измерение расстояния между отверстиями.

Фиг. 153. Измерение соосности двух отверстий.



Фиг. 154. Проверка перпендикулярности оси отверстия:

a — основанию; $б$ — оси другого отверстия; $в$ — оси другого отверстия с помощью специального калибра.

тырех, равнорасположенных друг от друга по окружности, положениях валиков. В двух положениях валики должны сойтись срезанными плоскостями и тогда, проверив величину зазора между срезанными концами щупом, определяют величину несоосности этих отверстий.

Соосность двух взаимноперпендикулярных отверстий в деталях цилиндрической формы легко проверить в синусных центровых бабках (см. фиг. 145, *з*). Для подобной проверки деталь помещается между упорными центрами и в отверстие плотно вставляется контрольный валик. С помощью индикатора на стойке валик приводится в горизонтальное положение. Установив индикатор на нулевую отметку при горизонтальном положении валика, повертывают делительный диск на 180° и к валику снова подводят измерительный штифт индикатора. Если полученное при этом показание индикатора разделить пополам, результат покажет величину несоосности отверстий. Для определения несоосности отверстий можно применить. Уобразную кантующуюся призму (см. фиг. 145, б).

Чтобы создать у читателя законченное представление об измерениях в сборке, следует упомянуть об измерении перпендикулярности осей отверстий и граничащих с ними торцевых поверхностей. Некоторые случаи таких измерений приведены на фиг. 154 и пояснений не требуют.

5. УСТАНОВКА ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ

Высокая точность — главное условие установки деталей и узлов на поверхностях базовой детали (корпусе) приспособления. И очень часто такая точность может быть получена не при механической обработке, а только в процессе сборки приспособления.

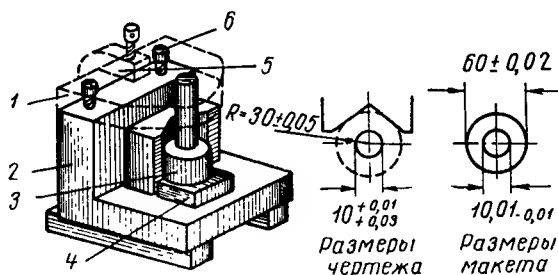
Установка деталей и узлов осуществляется следующими пятью различными способами: а) с помощью предварительно созданного направления; б) с помощью макетов (валиков, шайб и т. п.) или же универсально-измерительных инструментов, непосредственно определяющих расстояние от базы корпуса до установочной базы детали или узла (фиг. 155 и 156); в) с помощью кантующейся призмы и контрольной плиты (фиг. 157 и 158); г) с помощью поворотных приспособлений; д) с помощью разметочно-сверлильного станка.

Высокая точность установки может быть выполнена одним из следующих двух технологических методов. Первый метод — установка окончательно обработанной детали по одному из пяти названных способов. Второй метод — грубая установка детали или узла с последующей обработкой в сборе точных поверхностей относительно баз корпуса. Первый метод следует признать более совершенным, однако они оба находят широкое применение в производстве.

Все методы установки в одинаковой степени могут быть применены при сборке. Выбор того или иного из них зависит от особенно-

стей конструкции и степени точности приспособления, а также наличия оборудования и инструмента.

Примером простейшей установки по первому способу, т. е. по предварительно созданному направлению, служит сборка кондукторной плиты с кондукторными втулками. Установка кондукторных втулок производится на глухую посадку и преимущественно осуществляется под прессом. Кондукторные втулки небольших размеров могут быть запрессованы ударами молотка с медным или свинцовым бойком.



Фиг. 155. Установка детали по макету.

вым бойком. Чтобы достигнуть точной запрессовки, втулку слегка смазывают минеральным маслом и легкими ударами молотка вгоняют в отверстие на 0,1—0,2 его длины. Затем легкими постукиваниями устраняют перекося и прессуют втулку окончательно. Качество произведенной запрессовки проверяется таким же простукиванием.

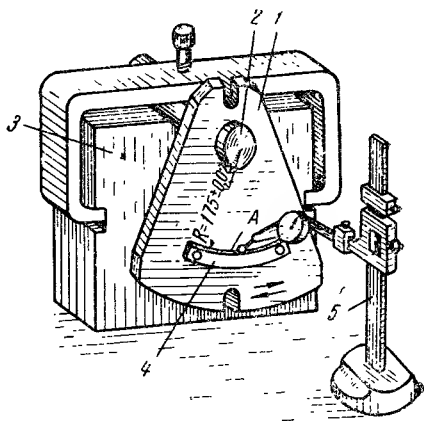
Запрессованная втулка изменяет форму и диаметр своего отверстия под влиянием размеров и формы того отверстия, в которое она запрессована. Это особенно заметно при запрессовке тонкостенных втулок. Поэтому часто приходится притирать или доводить отверстия запрессованных втулок, используя чугунные притиры и абразивные порошки и пасты. Изменение формы и размера внутреннего отверстия после запрессовки иногда может быть использовано для устранения геометрических отклонений в форме внутреннего отверстия тонкостенных втулок: эллиптичности и конусности. Устранение таких дефектов достигается пришабриванием некоторой части посадочного отверстия под прессуемую втулку.

Установка деталей вторым способом, т. е. с использованием макетов показана на примере сборки корпуса с кондукторной плитой (фиг. 155). Для того чтобы отверстие кондукторной плиты 1 изготовить на расстоянии $30 \pm 0,05$ мм от обеих плоскостей призмы корпуса 2, делается макет 3. Наибольший диаметр цилиндрической части макета равен удвоенному расстоянию от отверстия до плоскостей призмы, а меньший диаметр — диаметру отверстия кондукторной плиты. Длина макета выбирается из условий возможности его ввода и вывода из приспособления при установленной кондукторной плите.

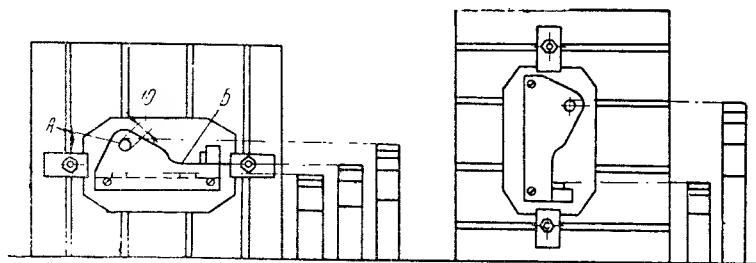
тером положение поверхности *A* с высотой блока концевых мер путем покачивания корпуса относительно валика, легкими ударами по детали добиваются ее точного положения.

Если возникает необходимость установить более сложную деталь, прибегают к кантовке приспособления на 90° вместе с призмой (фиг. 158). При такой установке возникает необходимость несколько раз поворачивать призму, добиваясь, чтобы разница в размерах блоков концевых мер при сравнении их с базовыми размерами корпуса и устанавливаемой детали достигла размеров, указанных в чертеже. Базами для установки копира в этом примере служат отверстия *A* и плоскость *B*.

Наибольшую трудность представляет установка детали, размеры которой заданы в чертеже не от плоскостей и отверстий, а от вершин углов (фиг. 159). При этом отказываются от непосредственного измерения чертежных размеров и создают специальную технологическую базу в виде отверстия, расположенного на определенных расстояниях от плоскостей, образующих данный угол. Все уста-



Фиг. 157. Установка на заданный радиус.



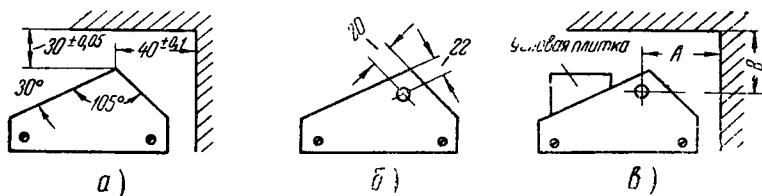
Фиг. 158. Установка детали кантовкой призмы.

новочные размеры рассчитывают от оси этого отверстия. После таких пересчетов установка легко может быть получена кантовкой приспособления вместе с призмой на контрольной плите и проверкой размеров *A* и *B*.

Установка четвертым способом, т. е. установка в поворотных приспособлениях, применяется в тех случаях, когда устанавливаемая поверхность наклонена к основной базе.

Наклонная установка осуществляется на синусных линейках, в синусных тисках, на синусных плитах, в синусных центрах и других

подобных устройствах. Техника установки состоит в придании основанию корпуса, т. е. основной технологической базе, наклонного положения и выверке поверхности устанавливаемой детали на параллельность по отношению к плоскости контрольной плиты.



Фиг. 159. Установка угловых деталей:

а — размеры чертежа; б — создание технологической базы; в — установка детали.

Установка деталей по пятому способу производится на координатно-разметочных станках приемами, применяемыми при расточных работах и при установке по третьему способу.

6. ПРИГОНКА ОПОРНО-УСТАНОВОЧНЫХ РАЗМЕРОВ

Пригонка опорно-установочных размеров приспособления производится с взаимным согласованием всех рабочих поверхностей опор относительно трех плоскостей системы прямоугольных координат. Такое согласование достигается выполнением работы на контрольной плите и кантующейся призме, руководствуясь известным «правилом 6 точек». Вначале осуществляют пригонку трех опор в плоскости параллельной основанию корпуса (фиг. 160). При этом переходе обычно выдерживают положение всех рабочих поверхностей опор в одной плоскости, либо повышение или понижение одной из плоскостей опор относительно другой плоскости. Для выполнения этого корпус приспособления помещается основанием на плиту. Вес корпуса и незначительные усилия при пригонке дают возможность в большинстве случаев оставлять его незакрепленным. Если же вес корпуса оказывается недостаточным, корпус закрепляют на кантующейся призме. Для закрепления корпуса по возможности следует пользоваться готовыми элементами крепления, имеющимися в конструкции корпуса.

Обработка начинается с пригонки двух опор, лежащих в одной плоскости. Пригонка ведется шлифованием поверхности абразивным бруском до тех пор, пока все ее точки не окажутся лежащими в одной плоскости. В этом можно убедиться, периодически проверяя положение различных точек индикатором на стойке. Индикатор, установленный на нулевое деление, не должен показывать какой-либо разницы в высоте опор или же эта разница не должна выходить за пределы заданного допуска на неплоскостность.

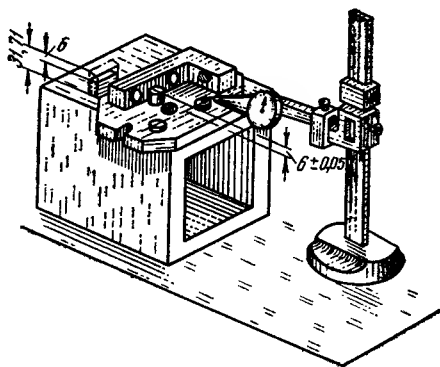
После пригонки двух опор обрабатывают третью опору, имеющую превышение против первых двух опор на 6 мм. При этом на плоскость кантующейся призмы, где закреплено приспособление, помещают блок концевых мер, размер которого соответствует увеличенному на 6 мм расстоянию от обрабатываемой плоскости до плоскости, обработанной в первом переходе. Установив индикатор в нулевое положение по блоку концевых мер, пригоняют таким же способом плоскость третьей опоры до нулевого положения стрелки индикатора, перемещаемого по этой опоре. Это означает, что расстояние между опорами точно равно 6 мм.

Дальше переходят к обработке 4 и 5-й опор, расположенных в плоскости перпендикулярной основанию корпуса. Для этого призму кантуют так, чтобы рабочие поверхности опор оказались параллельными контрольной плите (фиг. 161). Если положение опор не связано никакими другими условиями с элементами корпуса, кроме условия перпендикулярности основанию, процесс пригонки ведется так же, как и обработка первых опор. В случае, показанном на фигуре, кроме перпендикулярности основанию, плоскости опор должны находиться на расстоянии $45 \pm 0,05$ мм от оси базового отверстия *A* диаметром 10 мм. Чтобы выполнить это условие, находят с помощью блока концевых мер положение опор относительно контрольной плиты, при котором они окажутся на расстоянии 45 мм от оси базового отверстия. Из фигуры ясно, что размер блока концевых мер, соответствующий такому положению опор, будет равен расстоянию от оси отверстия диаметром 10 мм до плоскости плиты, уменьшенному на 45 мм. Периодически сравнивая индикатором положение опор с высотой блока концевых мер, убеждаются в правильности размера $45 \pm 0,05$ мм.

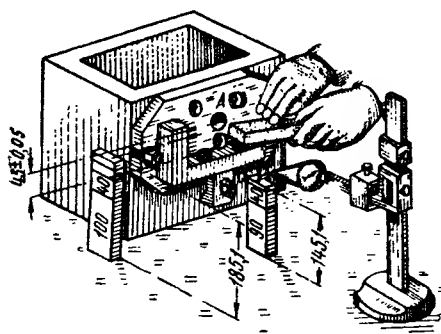
Для пригонки шестой опоры кантующуюся призму вновь поворачивают на угол 90° и тогда эта опора также окажется в плоскости параллельной контрольной плите, а обработка ее ничем не будет отличаться от пригонки предыдущих опор.

Чтобы снизить высокую трудоемкость ручной обработки закаленных поверхностей, на контрольных плитах предпочитают обрабатывать только незакаленные поверхности, т. е. те поверхности, на которых располагаются опоры. Собственно же опоры шлифуют на параллельность и в размер на плоскошлифовальных станках и затем устанавливают их на заранее подготовленные таким образом не закаленные поверхности. Приведенный способ наиболее удобен для плоских опорных пластинок.

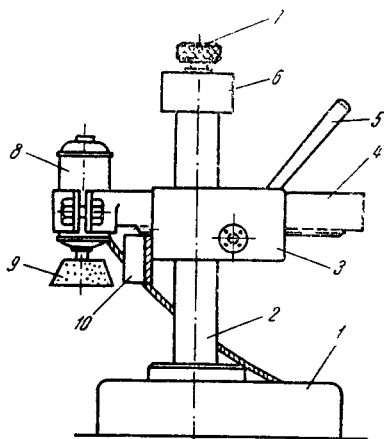
Однако не везде конструкция и размеры приспособлений позволяют обрабатывать запрессованные опоры на шлифовальных станках. Тогда целесообразно воспользоваться приспособлением, изображенным на фиг. 162. Это приспособление дает возможность механизировать пригонку опор. Оно состоит из массивного основания 1 с установленными двумя цилиндрическими колонками 2. По этим колонкам вертикально могут перемещаться салазки 3 с ползуном 4.



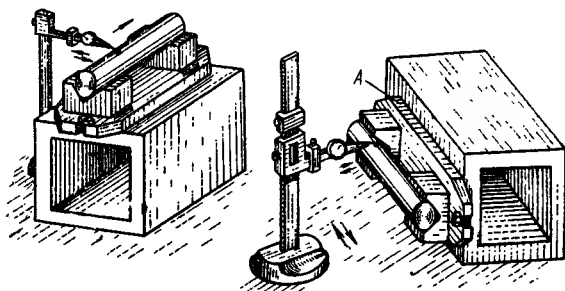
Фиг. 160. Пригонка опор, параллельных основанию.



Фиг. 161. Пригонка опор перпендикулярных основанию.



Фиг. 162. Приспособление для шлифования опор.



Фиг. 163. Пригонка призматических опор.

Ползуну сообщается возвратно-поступательное движение рейкой и шестерней при помощи рукоятки 5. Траверса 6 и маховичок 7 позволяют вращать подъемный винт и, таким образом, устанавливать салазки на необходимую высоту, осуществляя подачу шлифовального круга. Электродвигатель 8 приводит в движение шлифовальный круг 9, а щиток 10 предохраняет сборщика от возможного разрыва круга и от абразивной пыли.

Приспособление устанавливается на плите и в процессе шлифования остается неподвижным. Во избежание порчи контрольной плиты его перемещают только тогда, когда вся абразивная пыль тщательно удалена. Продольная подача шлифовального круга осуществляется ползуном 4, перемещение которого по отношению к колонкам 2 может изменяться. Пригонка опор и здесь ведется по индикатору и дополнительно проверяется по контрольной линейке «на краску».

Наиболее удобный и точный способ обработки V-образных призматических опор состоит в пригонке их по валику (фиг. 163). Если позволяют конструкция и размеры приспособления, то плоскости опор обрабатываются с одной установки на плоскошлифовальном станке параллельно технологической базе А. После этого корпус закрепляется на кантовущейся призме и по базе А устанавливается параллельно плоскости контрольной плиты. Затем, путем кантовки призмы в двух взаимноперпендикулярных направлениях, проверяют параллельность образующей валика плоскости плиты, пользуясь индикатором. При отклонениях стрелки индикатора плоскость призматической опоры пригоняют и вновь проверяют ее параллельность образующей валика в двух положениях. Пригонка ведется с одновременной оценкой правильности плоскостей призм «на краску» по контрольной линейке и валику.

Призматические опоры считаются готовыми, если стрелка индикатора не уходит дальше нулевого положения при проходе измерительного штифта по верхней образующей валика, а вращение валика оставляет краску по всей длине четырех плоскостей призматических опор.

Пригонка опор, расположенных наклонно, мало чем отличается от пригонки опор параллельных основанию. При обработке наклонных опор базовая деталь приводится в исходное положение, при котором опоры также оказываются параллельными плоскости контрольной плиты и пригоняются по схеме, приведенной на фиг. 161.

7. СКРЕПЛЕНИЕ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ С КОРПУСОМ

Если узлы и детали, установленные на приспособлении, прочно не закрепить, то под действием различных сил и сотрясений они могут изменить свое положение и, следовательно, точность приспособления быстро нарушится.

По этой причине при сборке приспособлений, испытывающих значительные усилия в работе, и приспособлений с высокими требо-

ваниями к жесткости, точности и сохранению размеров не всегда приемлемы распространенные в общем машиностроении способы крепления узлов одними болтами или шпильками и гайками. Такое крепление обеспечивает неподвижность соединения только за счет одних сил трения. Неподвижность же элементов приспособлений гарантируется применением одного из следующих способов:

- а) введением дополнительных направляющих поверхностей;
- б) введением одного или двух дополнительных направляющих штифтов;
- в) дополнительным креплением сваркой.

Эти способы находят различное применение в производстве, в зависимости от особенностей конструкции и от точности приспособления.

Примером соединения с дополнительными направляющими поверхностями служит крепление с корпусом направления для протяжек, изображенное на фиг. 121. Его хвостовая часть является этим дополнительным направлением. Если даже при наличии такого направления создается опасность поворота узла или детали, ставится еще дополнительный фиксирующий штифт. Детали без дополнительных направлений фиксируются двумя штифтами, запрессованными на глухую посадку. Штифты должны располагаться возможно дальше друг от друга, только тогда создается надежное соединение корпуса, узлов и деталей.

Фиксирующие штифты могут иметь цилиндрическую или коническую направляющую поверхность. Несмотря на большую сложность изготовления, конические штифты лучше, так как позволяют с меньшими затратами производить переустановку деталей и узлов при ремонтах.

Несмотря на дешевизну и простоту крепления сваркой, она применяется только при сборке не точных приспособлений. Это объясняется возможностью возникновения коробления корпуса и соединяемых с ним деталей. Обычно соединение сваркой производят в одной, двух точках кратковременным прикосновением электрода.

8. О ТОЧНОСТИ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

Высокая точность приспособлений для производства и контроля деталей заставляет уделять большое внимание точности сборки. Именно поэтому подробно говорилось о приемах, применяемых при сборке приспособлений. Знание этих приемов поможет овладеть секретами точной сборки. В заключение главы следует еще раз кратко напомнить о некоторых принципах, заложенных в основу качественной сборки приспособлений. Чтобы получить высокое качество сборки, необходимо:

1. Соблюдать правило согласования всех элементов приспособления относительно 3 плоскостей системы прямоугольных координат.
2. Сборку узлов приспособлений производить в строгой последо-

вательности, начиная с корпуса приспособления, поочередно производя проверку, доводку в сборе, а затем и установку каждой детали на свое место. Каждая последующая деталь ставится только тогда, когда убеждены в том, что собранное перед этим соединение или узел имеют необходимые размеры и установлены правильно.

3. **Установку деталей** и узлов вести не от отверстий, а от валиков-посредников, припасованных к ним.

4. Чистовую обработку тонкостенных втулок, прессуемых в отверстия или напрессовываемых на валы, производить в сборе, так как при запрессовке они изменяют свои размеры.

5. Контроль посадочных размеров, биения подвижных частей и отклонений от требуемой геометрии деталей производить в рабочем положении приспособления.

6. Количество фиксирующих штифтов выбирать достаточным для надежной установки собираемых узлов. Расстояние между штифтами должно быть наибольшим.

7. Не допускать изменения характера посадок деталей чеканкой. Стремиться к более точным посадкам за счет соблюдения минимальных и средних зазоров и натягов.

ГЛАВА IV

СБОРКА СИЛОВЫХ СИСТЕМ ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

1. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ СБОРКИ СИЛОВЫХ СИСТЕМ

Особые требования к сборке пневматических и пневмогидравлических приспособлений объясняются наличием в их конструкциях различных деталей и узлов, работающих под высоким давлением воздуха или жидкости. К таким деталям и узлам относятся рабочие цилиндры, плунжеры, поршни, различные клапаны и трубопроводы. Главное требование, предъявляемое к ним, состоит в том, чтобы такие детали и их соединения были непроницаемы для воздуха или жидкости при определенном давлении.

Такие серьезные требования заставляют сборщиков дважды возвращаться к пневмогидравлической системе: первый раз задолго до того, как приспособление попадает на сборку, и второй раз, когда оно окажется в руках слесаря для окончательной сборки и испытания.

Чтобы убедиться в непроницаемости пневмогидравлической системы, необходимо произвести гидравлические испытания корпуса и отдельных узлов приспособления. Как правило, такие испытания производятся дважды.

Первое испытание должно быть произведено до окончательной обработки корпуса приспособления. Его цель — не допустить в

дальнейшую обработку детали и узлы, не обладающие требуемой непроницаемостью. Испытание деталей и узлов отдельно от корпуса необходимо производить для того, чтобы не нарушить точные размеры приспособления из-за деформации корпуса от высоких давлений воздуха и жидкости при испытании. Подготовка к испытанию состоит в установке заглушек, закрывающих выход воздуха или жидкости из камер, и в установке штуцера для подвода воздуха.

Вторично приспособление попадает к слесарю для окончательной сборки. Кроме уже известных операций, сборка пневмогидравлических приспособлений дополнительно включает притирку соединений пневмогидравлической системы, сборку силовых устройств, монтаж аппаратуры управления и монтаж трубопроводов.

Безотказная работа силовых устройств в значительной степени зависит от отсутствия утечек воздуха и жидкости из их камер. Чем чище обработаны поверхности цилиндра, тем меньше изнашиваются и дольше служат уплотнения и тем меньше потери воздуха или жидкости. Поступившие на сборку детали силовых устройств в связи с этим подвергаются зачистке, а плунжера и сопрягаемые с ними втулки тщательной притирке до чистоты

▽▽▽▽10.

Качество работы силового устройства зависит от плотности сопряжения крышек с торцовыми поверхностями камер и от герметичности резьбовых соединений. Герметичность торцовых соединений создается установкой прокладок из промасленной бумаги или прессишпана. Увеличить непроницаемость резьбы можно применением смазки, состоящей из 90% свинцовых белил и 10% графита.

2. ИСПЫТАНИЕ СИЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Известно, что пневмогидравлические приспособления подвергаются двукратному испытанию на непроницаемость резервуаров и испытанию на работоспособность силового устройства в целом.

Воздушные резервуары силовых устройств испытываются на непроницаемость при давлении воздуха 7—8 ат. Сжатый воздух подается в герметически закрытое пространство резервуара. Когда резервуар наполнится сжатым воздухом, легко установить утечку, но значительно труднее обнаружить место истечения воздуха. Чтобы выяснить место нарушения непроницаемости резервуара, небольшие корпуса помещают в ванну с водой, а крупные поливают мыльным раствором. В первом случае воздушные пузырьки, а во втором — мыльные пузыри укажут места нарушения герметичности.

Если не имеется сжатого воздуха с повышенным давлением, непроницаемость проверяют заливкой резервуара керосином. Керосин, как известно, обладает большой текучестью и проникает через мельчайшие поры, имеющиеся в металле. При дефектах стенок резервуара-

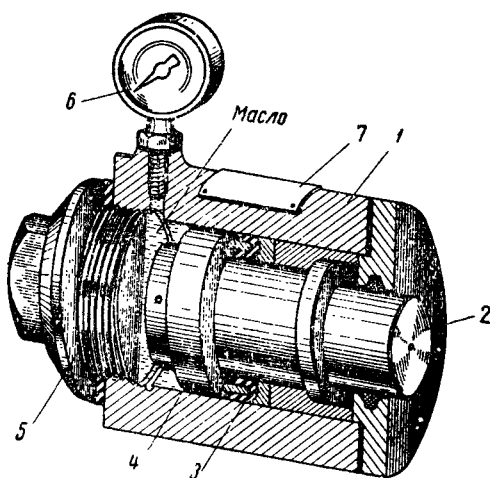
ра, заполненного керосином, последний выйдет на наружную поверхность, покрытую меловой краской, и эти места будут хорошо заметны в виде темных пятен.

В производстве пневмогидравлических приспособлений обязательно испытание тех корпусов, которые выполняют одновременно и функции гидравлических камер. Испытание ведется давлением, превышающим рабочее давление в 1,5 раза. Следовательно, для испытания корпуса пневмогидравлического приспособления должно быть создано давление в пределах 200—220 ат. Такое давление в камерах пневмогидравлического приспособления достигается подсоединением испытываемого корпуса к прессу высокого давления. Конструкция подобного пресса несложна и его легко изготовить силами любого инструментального цеха.

Производство пневмогидравлических и пневматических приспособлений завершается испытанием силовых устройств на работоспособность.

Готовое приспособление включается в воздушную сеть. В него вкладывается деталь, подлежащая обработке, и включается воздух. Проверив действие приспособления и отрегулировав все механизмы, его оставляют с зажатыми деталями на продолжительное время.

При испытании следует проверить соответствие фактического усилия зажима проектному, воспользовавшись специальным динамометром (фиг. 164). Корпус 1 динамометра представляет стальной цилиндр, во внутренней полости которого помещен надетый на шток 2 поршень 3. Герметичность гидравлической камеры корпуса создается с одной стороны уплотнением 4, а с другой — резьбовой пробкой 5, прилегающей к торцу корпуса через резиновую прокладку. Гидравлическая камера, заполняемая машинным маслом, соединена с манометром 6. Если такой динамометр поместить между зажимами приспособления и включить воздух, то манометр покажет величину давления масла в гидравлической камере. Это давление соответствует приложенной к штоку поршня силе. По таблице 7, находящейся на корпусе динамометра, величину давления в атмосферах можно перевести в килограммы и, следовательно, сделать вывод о величине силы зажима приспособления.



Фиг. 164. Гидравлический динамометр.

3. ЗАПОЛНЕНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ГИДРОПЛАСТОМ

Гидропластмасса представляет упругое тело, по внешнему виду напоминающее очень мягкую незавулканизированную резину светлокоричневого цвета. Существуют несколько рецептов ее приготовления. Одна из марок гидропластмассы МАТИ-1-4 имеет следующий химический состав*: полихлорвиниловая эмульсионная смола — 100 вес. частей; дибутил-фталат — 290 вес. частей; вакуумное масло марки ВМ-4 — 100 вес. частей и стеарат кальция — 4 весовых части. Смесь этих материалов варится в глицериновой бане при температуре 150—160° С в течение 2,5—3 часов.

Гидропластмасса заливается в приспособления, предварительно подогретые до температуры 150° С. Перед заливкой массу подогревают также в глицериновой или масляной бане до 130—140° (до расплавления) и в таком виде заливают в полость приспособления.

Удобнее всего и качественнее происходит заливка, если для заполнения жидкой гидропластмассой воспользоваться специальным шприцем. Заливка считается законченной, когда масса покажется из отверстия для выхода воздуха. Поскольку гидропластмасса при остывании имеет большую усадку, доходящую до 12%, заполнение следует производить до полного остывания гидропластмассы в приспособлении, подавая ее дополнительные количества с помощью шприца. Конструкция приспособления должна предусматривать возможность компенсации некоторого количества объема гидропластмассы, уменьшившегося при остывании.

ГЛАВА V

БАЛАНСИРОВКА ВРАЩАЮЩИХСЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

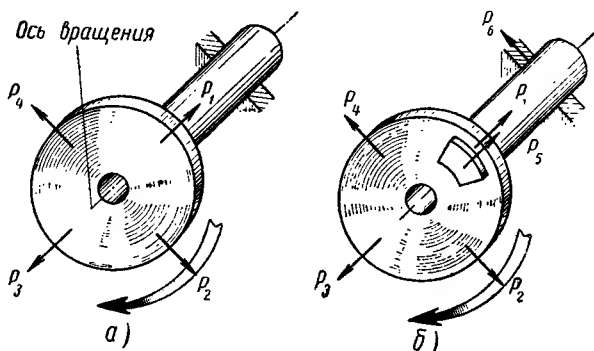
1. НА ЧЕМ ОСНОВАН ПРИНЦИП БАЛАНСИРОВКИ

Детали механизмов, центр тяжести которых не лежит на оси их вращения, называются неуравновешенными деталями. Издавна известно, что вращение неуравновешенных систем создает ускоренный износ их трущихся поверхностей и в частности подшипников, в которых происходит вращение. По этой причине подшипники станков теряют точность, а обработанные на станках поверхности деталей не получают нужной формы и чистоты.

Явление ускоренного износа механизма станка, в известной степени, есть результат различной величины центробежных сил, воз-

* Инж. С. Г. Леушин, инж. Д. Ф. Герасимов, Применение гидропластмассы в станочных приспособлениях и контрольно-измерительных приборах, ВНИТОМАШ, кн. 25, вып. IV, Машгиз, 1952.

никающих в различных частях вращающейся массы. Для уяснения этого представим себе деталь, вращающуюся вокруг своей оси (фиг. 165, а). По мере роста угловой скорости в детали разовьются центробежные силы, пропорциональные вращающейся массе и квадрату ее скорости. Мысленно разделим вращающуюся систему



Фиг. 165. Влияние неуравновешенных частей на работу станка.

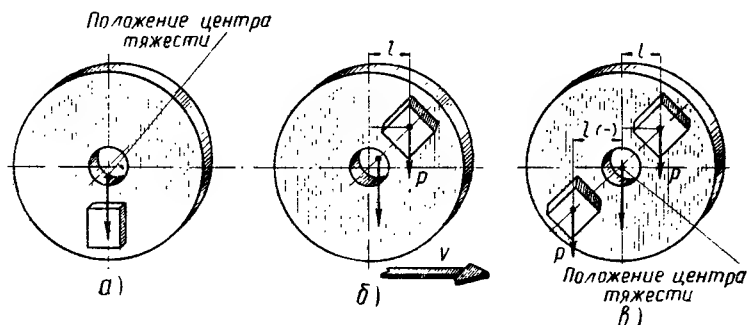
на 4 равные части по окружности. Центробежные силы тогда станут в виде четырех равных, противоположно направленных и, следовательно, уравновешивающих друг друга сил P_1 , P_2 , P_3 и P_4 . Силы эти приложены в центре тяжести каждой части системы. Вращение будет спокойным, центробежные силы не будут действовать на ее трущиеся поверхности и поверхности ее подшипников.

Получится совсем иное, если вращающиеся массы окажутся неуравновешенными (фиг. 165, б). Тогда в том месте, где сосредоточена наибольшая масса, разовьется еще одна дополнительная сила и нарушит общее равновесие центробежных сил. Эта сила отрицательно будет сказываться на работе системы не только при пуске и остановке механизма, но и во время его вращения с постоянной угловой скоростью. Пуск и остановка механизма будут резко увеличивать силу P_5 , как бы производя удар по поверхности подшипника, а при работе появится значительное по величине дополнительное давление на ту часть поверхности подшипника, которая расположена в направлении действия дополнительной силы P_5 . Все это неизбежно ускорит износ механизма.

Такое же влияние окажут и неуравновешенные конструкции вращающихся приспособлений, особенно при скоростной обработке металлов. Чтобы устранить вредное влияние неуравновешенных центробежных сил, вращающиеся приспособления подвергают балансировке совместно с обрабатываемыми деталями.

В чем же состоит принцип балансировки?

Вращающемуся приспособлению, как правило, придают форму, возможно близкую к форме тела вращения. Если неуравновешенное приспособление положить образующей цилиндра на горизонтальную плоскость, а затем вывести из состояния покоя, покотившись, оно через некоторое время остановится. Повторяя это несколько раз, можно убедиться, что приспособление останавливается всегда в одном и том же положении (фиг. 166, а). В этом положении центр его



Фиг. 166. Положение центра тяжести цилиндрической детали, лежащей на горизонтальной плоскости.

тяжести лежит ниже оси вращения и обязательно на линии, соединяющей эту ось с самой нижней точкой приспособления. В таком состоянии приспособление наиболее устойчиво на горизонтальной плоскости.

Положение, показанное на фиг. 166, б, не может быть устойчивым. Дополнительная сила тяжести P (сила тяжести элемента, нарушающего уравновешенность конструкции) будет поворачивать его и, следовательно, катить в сторону стрелки V . Действие силы P на качение детали может быть определено, как произведение этой силы на ее плечо l . Произведение силы P на плечо силы l называется моментом силы.

Очевидно, что момент силы P действует до тех пор, пока плечо l не окажется равным нулю. Это произойдет в положении, указанном на фиг. 166, а, так как:

$$Pl = P \cdot 0 = 0.$$

Следовательно, при этом не будет действовать момент силы, вращающий приспособление, и приспособление окажется в устойчивом положении.

По-иному ведет себя приспособление, в котором центр тяжести лежит на оси вращения. В любом положении его момент силы тяжести равен нулю (фиг. 166, в) и оно всегда устойчиво на плоскости.

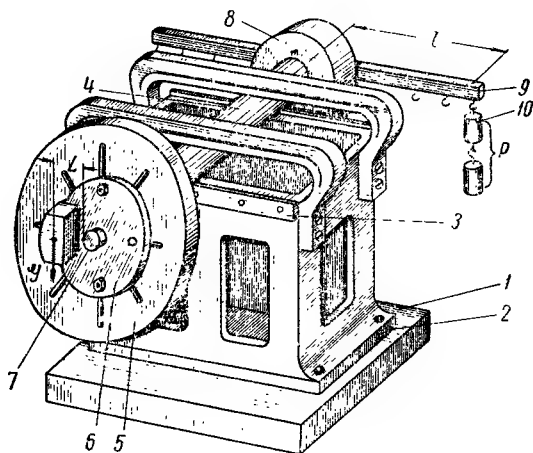
Таким образом, если цилиндрическое тело, катаясь по горизонтальной плоскости, останавливается в различных положениях —

оно уравновешено. Если же тело останавливается в одном и том же положении — следует считать его неуравновешенным. Задача балансировки приспособления и состоит в том, чтобы привести тело к уравновешенному состоянию, т. е. такому состоянию, при котором, катаясь по горизонтальной плоскости, оно останавливалось бы в любых положениях.

2. КОНСТРУКЦИЯ БАЛАНСИРОВОЧНОГО СТЕНДА

Балансировку приспособлений производят на специальном стенде, подобном по конструкции балансировочным приспособлениям для шлифовальных кругов.

Стенд (фиг. 167) устанавливается и прочно закрепляется болтами на фундаментной плите 1, залитой в бетон. Он состоит из корпуса 2 с двумя закаленными и расположенными строго горизонтально ножами 3. По лезвиям этих ножей перекачивается пустотелый шпindel 4 с планшайбой 5 для закрепления на ней балансируемых приспособлений 6. Установка приспособления достигается посадкой его на центрирующую оправку 7, диаметр которой равен диаметру центрального отверстия приспособления. Позади противовеса 8 на конец шпинделя надевается балансир 9 с крючками для разновеса 10. Расстояние от оси шпинделя до каждого из крючков известно и замаркировано на балансире. Это позволяет легко определять момент силы тяжести любого из разновесов, помещаемого на соответствующий крючок балансира. Конструкция стенда дает возможность легко определять все данные для балансировки.



Фиг. 167. Устройство балансировочного стенда.

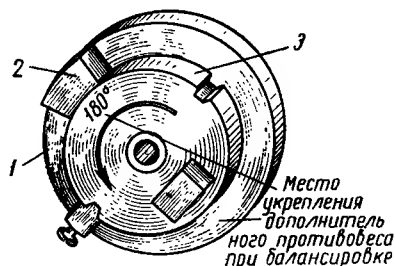
Позади противовеса 8 на конец шпинделя надевается балансир 9 с крючками для разновеса 10. Расстояние от оси шпинделя до каждого из крючков известно и замаркировано на балансире. Это позволяет легко определять момент силы тяжести любого из разновесов, помещаемого на соответствующий крючок балансира. Конструкция стенда дает возможность легко определять все данные для балансировки.

3. КАК ОТБАЛАНСИРОВАТЬ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

Испытываемое приспособление помещают на центрирующую оправку 7 и скрепляют его полным количеством болтов и гаек с планшайбой 5, используя для этого соответствующие пазы корпуса и планшайбы. Зажимные болты располагаются равномерно по окруж-

ности и на равных расстояниях от оси шпинделя станда. Если приспособление служит для обработки эксцентричных или эксцентрично устанавливаемых деталей, балансировка ведется совместно с ними.

Итак, закрепив приспособление с деталью на планшайбе, дают возможность шпинделю перекачиваться на ножах до его полной



Фиг. 168. Балансировка поворотных приспособлений:

1 — основание; 2 — противовес; 3 — поворотная часть.

остановки. Затем отмечают мелом или цветным карандашом на приспособлении самую нижнюю точку, лежащую на вертикальной линии, которая проходит через ось шпинделя. Путем повторных перекачиваний дальше убеждаются в том — останавливается ли шпиндель в одном и том же или же в различных положениях. Если меловая отметка окажется опять внизу — это означает, что приспособление не уравновешено и его центр тяжести расположен где-то

на линии между осью вращения и крайней нижней точкой приспособления. Тогда поворачивают балансир в вертикальное положение и закрепляют на шпинделе. Перекатив шпиндель до горизонтального положения балансира, пытаются уравновесить всю систему, помещая различные разновесы на соответствующие крючки балансира. Система, уравновешенная разновесами, будет перекачиваться, останавливаясь в различных положениях. Однако как же от уравновешивания на стенде перейти к практической балансировке, т. е. высверливанию излишнего металла или же, наоборот, к закреплению противовеса на противоположной части корпуса приспособлений.

Очевидно, что для балансировки показанного на фиг. 167 приспособления необходимо увеличить момент силы тяжести правой части его на величину Pl или уменьшить его на эту же величину в левой.

Предположим, что вес такого противовеса равен G . Тогда расстояние L в мм, на котором должен расположиться центр тяжести противовеса, будет равно:

$$L = \frac{Pl}{G}, \quad (25)$$

где P — вес разновесов в граммах;

l — расстояние от центра вращения до места положения разновеса в мм.

Наоборот, если предположить, что наиболее удобное для данной конструкции приспособления расстояние равно L , то вес противовеса G должен быть равен:

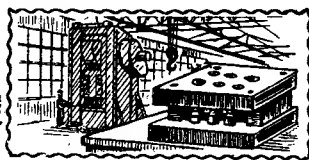
$$G = \frac{Pl}{L}. \quad (26)$$

Получив такие результаты, имеем возможность для балансировки просверлить отверстие соответствующей длины и диаметра на нужном расстоянии или закрепить разновесы нужных размеров.

Сложнее балансировка поворотных приспособлений (фиг. 168), так как и их основание, и их поворотная часть могут быть не уравновешены. Если балансировать такое приспособление в одном положении его поворотной части, оно окажется не уравновешено в другом ее положении. Поэтому при балансировке таких приспособлений, прибегают к отдельной балансировке каждой их части.

После уравновешивания приспособления вновь подвергаются проверке на балансировочном стенде.





ПРОИЗВОДСТВО ШТАМПОВ

ГЛАВА I

КОНСТРУКЦИЯ ШТАМПОВ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ШТАМПОВ И ИХ ДЕТАЛЕЙ

Штамповка считается передовым и самым распространенным технологическим процессом в машиностроении, а штампы — одним из самых распространенных видов оснастки.

Штампы представляют собой дополнительные устройства к машинам, придающие деталям наиболее сложную и самую разнообразную форму без снятия металлической стружки. Особенность этой оснастки состоит в том, что в ней сочетаются и рабочие инструменты, изменяющие форму детали, и приспособления, устанавливающие и закрепляющие ее при обработке.

Штампы применяются для изменения формы детали как в холодном, так и горячем состоянии. В первом случае их называют штампами холодной штамповки, во втором — штампами горячей штамповки. Поскольку последние представляют особую область технологической оснастки, а их изготовление носит специфический характер и часто производится в особых штамповых цехах или мастерских, в этом разделе будет рассказано только о конструкции и производстве штампов холодной штамповки.

Штампы холодной штамповки можно разделить на следующие типы:

1. **Вырубные штампы**, с помощью которых производят вырезку из листового металла деталей различных конфигураций, а также заготовок, поступающих после вырубки на другие операции. Следовательно, эта группа более детально может быть разделена на собственно вырубные штампы, отрезные штампы, дыропробивные штампы и штампы обрезные.

2. **Гибочные штампы**, которые изменяют форму детали, изгибая ее вокруг одной или нескольких осей.

3. Вытяжные штампы, в которых детали придается выпуклая или вогнутая сосудобразная форма.

4. Обжимные и чеканочные штампы, которые изменяют форму детали за счет перераспределения металла заготовки. К обжимным штампам, например, относятся штампы для высадки головок заклепок, а к чеканочным — штампы для образования рельефных рисунков на поверхности деталей.

5. Комбинированные штампы производят одновременное выполнение двух или нескольких перечисленных выше функций штампов.

Штампы холодной штамповки состоят из большого количества различных деталей. По своему назначению эти детали могут быть объединены в несколько групп, несущих вполне определенные функции при штамповке (фиг. 169):

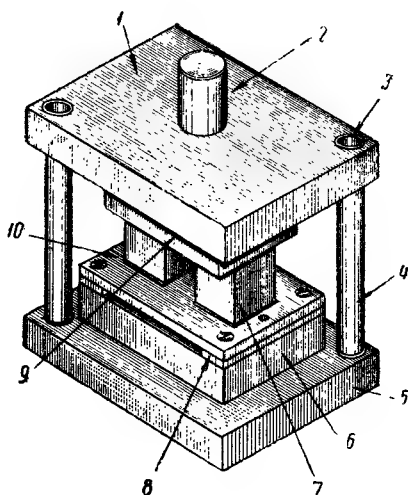
а) рабочие части, непосредственно образующие форму детали, заготовки и состоящие из пуансонов, матриц или их отдельных секций;

б) корпусные детали, связывающие с машиной-орудием и друг с другом все рабочие части и остальные детали штампа; эти детали состоят из нижней и верхней плиты штампа и хвостовика, а также направляющих втулок и колонок;

в) установочные детали, облегчающие установку детали или заготовки по отношению к обрабатываемому контуру рабочих частей;

г) съемно-удаляющие детали, облегчающие высвобождение деталей или отходов из штампа после выполнения операций и состоящие из съемников и выталкивателей различных конструкций;

д) конструктивные детали, необходимые для скрепления отдельных групп деталей с корпусными деталями; в состав этих деталей входят различные конструкции пуансонодержателей и матрицедержателей, а также и все остальные крепежные детали, применяемые для соединения отдельных элементов штампа друг с другом.

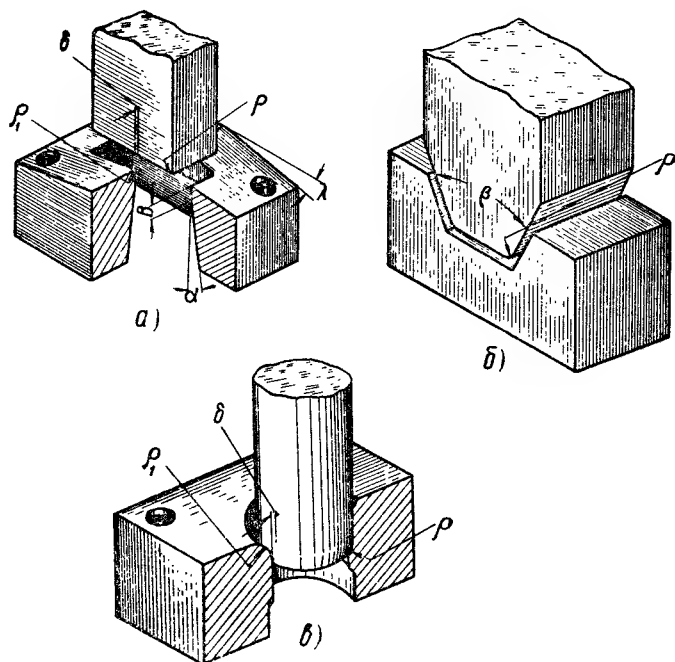


Фиг. 169. Штамп и его основные детали:

1 — верхняя плита; 2 — хвостовик; 3 — направляющая втулка; 4 — направляющая колонка; 5 — нижняя плита; 6 — матрица; 7 — пуансон; 8 — установочные детали; 9 — пуансонодержатель; 10 — съемник.

2. КОНСТРУКЦИЯ РАБОЧИХ ЧАСТЕЙ ШТАМПОВ

Рабочие части штампа — пуансон и матрица — являются самыми ответственными его частями. От их материала, конструкции и исполнения прежде всего зависит качество детали и долговечность работы штампа. Материалом для изготовления рабочих частей штампов служат качественные и высококачественные инструментальные стали. Несложные вырубные, гибочные и вытяжные штампы изготовляют из углеродистой инструментальной стали марок



Фиг. 170. Конструкция рабочих частей штампа.

У8А; У10А; У12А, а пуансоны и матрицы штампов сложного профиля выполняются из инструментальных легированных сталей марок 9ХВГ, 5ХВС и 6ХВС. При изготовлении высокопроизводительных, но не подверженных резким ударам штампов применяется сталь марки Х12. Рабочие детали штампов подвергаются термической обработке: закалке и отпуску до высокой твердости, величина которой зависит от назначения и условий работы штампа.

Рассмотрим, какой же должна быть конструкция рабочей части, чтобы обеспечить хорошую работу штампа.

На фиг. 170, а изображены вырубные пуансон и матрица и буквами показаны их наиболее важные конструктивные элементы. С по-

мощью пуансона и матрицы осуществляется процесс вырубки металла. Он очень похож на известный нам процесс резания резцами или другими режущими инструментами. Однако этот процесс имеет ряд своих особенностей, так как при вырубке требуется применять огромные усилия, чтобы преодолеть сопротивление резанию металла. Это усилие для неотожженных сталей доходит до 105 кг на 1 мм². Поэтому важно уметь повлиять на уменьшение усилия вырезки. Очень большое значение при этом оказывают радиусы округления режущей кромки ρ и ρ_1 , угол наклона режущих граней матрицы или пуансона λ и величина зазора между пуансоном и матрицей δ . Радиусы ρ и ρ_1 представляют естественные радиусы округления режущих кромок, образующиеся при шлифовке и заточке пуансона и матрицы и постепенно возрастающие по мере их затупления. Поскольку эти величины должны быть минимальными, пуансон и матрица подвергаются переточке, когда ρ и ρ_1 превзойдут определенные пределы. Угол скоса режущих граней пуансона и матрицы λ назначается с целью уменьшения усилия вырубки, когда мощности пресса недостаточно. В остальных случаях режущие грани пуансона и матрицы выполняются с углом λ равным 0°.

Особое место в конструкции рабочих частей штампа занимает величина зазора между пуансоном и матрицей δ . Если зазор слишком велик, пуансон обминает края детали и образует заусеницы. Если же он слишком мал, стойкость штампа снижается, увеличивается усилие вырезки и ухудшается поверхность среза. Величина зазора между пуансоном и матрицей зависит от толщины и механических свойств материала детали. Предельные нормы зазоров обычно указываются в рабочих чертежах штампов. Чтобы облегчить процесс вырубки и удаления деталей и отходов из матрицы, упростить изготовление и уменьшить износ матрицы, ее рабочий контур выполняется в виде не одной, а двух поверхностей: рабочей ленточки, перпендикулярной рабочему контуру, с шириной, равной 2—5 мм, и затылочной поверхности, направленной под углом α — 3—5° к поверхности ленточки.

Значительно проще конструкции глубоких штампов (фиг. 170, б). Форма их рабочих частей, в основном, соответствует форме поверхностей готовой детали. Следует указать, что в данной конструкции радиус округления ρ не играет той отрицательной роли, как это имеет место в вырубных штампах. Здесь его назначение состоит в образовании соответствующей формы детали. Такую же роль выполняет и угол профиля штампа β . Этот угол, как правило, не соответствует углу готового профиля детали и должен быть меньше на некоторую величину, зависящую от величины радиуса ρ , толщины материала и его механических свойств. Несмотря на это, конструктору все же редко удается установить правильную величину угла β поэтому его подбирают опытным путем при испытании и отладке штампа.

Конструкция рабочих частей вытяжных штампов (фиг. 170, в)

отличается тщательностью обработки их рабочих поверхностей и плавностью сопряжений.

Радиусы округления r и r_1 здесь имеют совершенно особое значение, непосредственно влияя на величину усилия вытяжки и на качество детали. Это влияние состоит в том, что слишком большая величина r и r_1 приводит к росту усилия и появлению трещин в детали, а недостаточная их величина способствует образованию в ней складок.

Зазор между пуансоном и матрицей в вытяжном штампе оказывает не меньшее влияние на его работу, чем зазор между пуансоном и матрицей вырубного штампа. Необходимая величина этого зазора может быть определена, как сумма толщины материала детали и величины действительного зазора, принимаемого равным 10—20% этой же толщины. При недостаточной величине зазора на детали возникают надрывы и трещины, при излишней величине — образуются складки на ее поверхности.

Сообщенные здесь краткие сведения о конструктивных элементах рабочих частей штампов имеют большую практическую ценность для слесаря-инструментальщика, поскольку позволяют ему сделать определенные выводы о работе штампа при его испытании и наладке.

3. ПРОЧИЕ ДЕТАЛИ ШТАМПОВ

Съемно-выталкивающие детали можно встретить во всех разновидностях штампов. Самая простая конструкция подобных устройств представляет обыкновенный упор, задерживающий деталь в нижней половине штампа при движении его другой половины кверху. Существуют и более сложные съемно-выталкивающие механизмы, получающие принудительное движение от пресса или же от самого штампа. Кроме жестких выталкивающих механизмов широко используются устройства для эластичного выбрасывания, действующие с помощью спиральных пружин или резиновых буферов. Резиновые буферы особенно часто применяются для выталкивания деталей при вытяжке.

Эти устройства не сложны по конструкции и поэтому не нуждаются в подробном описании. Это же можно сказать и о других деталях штампов.

ГЛАВА II

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ШТАМПА

Технологический процесс производства штампов может быть разделен на пять производственных этапов: выполнение заготовок, механическую обработку деталей, их слесарную обработку, сборку

и испытание с отладкой. Последние три производственных этапа выполняются слесарем-инструментальщиком. Однако этим не ограничивается его роль, ибо он принимает участие и во втором этапе, выполняя промежуточные слесарные операции и межоперационную разметку сложных деталей.

Изготовление деталей штампов производится по технологии, применяемой в производстве приспособлений. Исключение составляет изготовление рабочих частей штампов пуансонов и матриц, где имеются свои особенности.

К наиболее сложным в изготовлении деталям штампов следует отнести матрицедержатели и пуансонодержатели, а также рабочие части штампа.

Достаточно удобным для изготовления держателей пуансонов и матриц оказывается такой способ, при котором посадочные гнезда названных деталей обрабатываются совместно с противоположной рабочей частью штампа. Так, например, если это пуансонодержатель, то при этом технологическом процессе он обрабатывается совместно с матрицей; если же это держатель матрицы, то он обрабатывается совместно с пуансоном. Такой технологический процесс значительно упрощает изготовление штампа. В применении к некоторым конструкциям, имеющим цилиндрические гнезда в пуансонодержателях и такие же отверстия в матрицах, подобный процесс изготовления особенно прост. Так, например, при изготовлении штампа для проколки цилиндрических отверстий, пуансонодержатель и матрицу растачивают одновременно на расточном станке. Если же посадочные гнезда пуансонов и отверстий в матрице имеют другую форму, то подгонка их достигается совместным припиливанием.

В число ответственных операций производства пуансонодержателя и сборки пуансонов с держателями входит создание надежной опоры для рабочих деталей в процессе штамповки. Для этого плоскости держателей начисто шлифуются совместно с запрессованными в них пуансонами.

2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ ЧАСТЕЙ

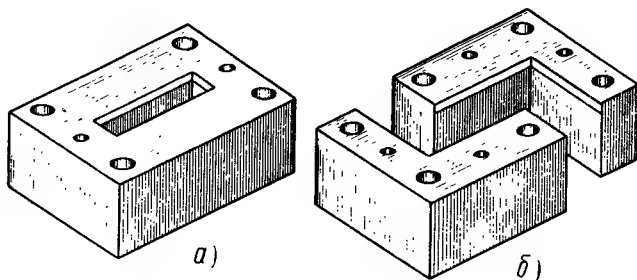
Рассмотрим некоторые особенности технологического процесса обработки рабочих деталей штампов. Этот процесс включает в себя следующие этапы: предварительную механическую обработку, образование профиля механическим и слесарным путем, термическую обработку, шлифование опорных частей и режущих частей, механическое или ручное шлифование и доводку рабочего профиля штампа.

Самыми сложными и трудоемкими операциями при изготовлении таких деталей будут операции по созданию рабочего профиля пуансонов и матриц, как до, так и после термической обработки.

До термической обработки рабочий профиль образуется на вертикально-фрезерных, координатных разметочно-сверлильных, копировально-фрезерных, профильно-строгальных и некоторых других

станках. Все эти операции могут выполняться по разметке или по профильным шаблонам.

Далее следует термическая обработка. После нее в выполнении профиля участвуют плоскошлифовальные, круглошлифовальные, внутришлифовальные, координатные профилешлифовальные станки. Также широко применяются и механизированные пневматические и электрические инструменты. За последнее время, и особенно при изготовлении чеканочных штампов, все чаще находят применение электронские и анодномеханические станки.



Фиг. 171. Две конструкции матрицы:

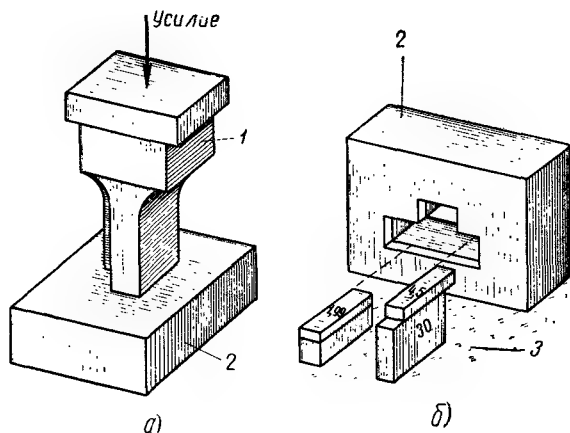
а — цельная; б — составная.

Операции по окончательному образованию профиля могут быть выполнены двумя различными способами: либо грубой его обработкой до закалки с последующим шлифованием после нее, либо путем окончательной его обработки до закалки. Применение первого способа желательно, когда имеется для этого необходимое оборудование, так как на осуществление такого процесса требуется меньше трудовых затрат и он даст лучшие результаты по качеству деталей, как в отношении их формы, так и режущих свойств. Второй способ не гарантирует высокой точности и стойкости штампа. Причина этого заключается в том, что деталь деформируется при закалке и ее поверхность несколько обезуглероживается, теряя свою твердость. Поэтому этот способ может применяться, как исключение, при отсутствии оборудования для работы по первому способу.

Следует сказать, что не только отсутствие оборудования, но часто и конструкция штампа, не позволяют прибегнуть к изготовлению рабочих частей по первому способу. Особенно это имеет место в производстве матриц, менее технологичных, чем пуансоны. Поэтому при проектировании штампов конструкторы, учитывая преимущества первого способа, вынуждены предусматривать составные конструкции матриц и пуансонов. Фиг. 171 наглядно показывает, как подобное конструктивное решение улучшает технологичность матриц: матрица, изображенная на фиг. 171, а, может быть обработана только вторым способом, тогда как матрица, приведенная на фиг. 171, б, легко обрабатывается по первому способу.

Как известно, профили пуансона и матрицы должны быть строго одинаковыми, но противоположными друг другу. Это проще всего достигается взаимной пригонкой или спариванием и последующей обработкой с целью получения равномерных зазоров по всему профилю. Однако это не единственный способ изготовления рабочего профиля штампа. Их может быть, по крайней мере, два, а именно: способ взаимной пригонки и способ независимой обработки профиля по координатам.

При использовании способа взаимной пригонки, иначе способа подметки матрицы по пуансону (фиг. 172, а), прежде всего изготавливается пуансон по окончательным его размерам, а затем ставится на режущую плоскость незакаленной матрицы. Надавлив прессом на опорную поверхность пуансона получают таким образом, его отпечаток на матрице и, воспользовавшись им, как разметкой, обрабатывают по линиям этого отпечатка контур матрицы. При такой обработке пуансон в дальнейшем служит в качестве калибра. Как следует из описанного, метод взаимной пригонки требует слишком длительного цикла изготовления штампа, поскольку обработка матрицы возможна только после того, когда будет окончательно изготовлен пуансон. Эта отрицательная особенность способа взаимной пригонки легко устраняется, если для подметки воспользоваться не пуансоном-деталью, а специальным эталонным пуансоном или, как часто говорят, — мастер-пуансоном. Однако изготовление особого эталонного пуансона оправдывает себя только в том случае, если готовится не одна матрица, а серия или же подобные матрицы будут изготавливаться и в дальнейшем. При единичном изготовлении матриц применяют способ взаимной пригонки по пуансону-детали.



Фиг. 172. Два способа изготовления рабочих частей штампа:

а — способ взаимной пригонки; б — способ независимого изготовления: 1 — пуансон; 2 — деталь; 3 — контрольная плита.

Способ независимой обработки профиля пуансонов и матриц (фиг. 172, б) позволяет резко сократить производственный цикл, обеспечить взаимозаменимость рабочих частей штампа, но требует больших трудозатрат и применения более квалифицированного труда.

Этот способ состоит в том, что изготовление пуансона и матрицы производится в строгом соответствии с их чертежными размерами, которые отличаются для данной пары рабочих частей только величиной зазора и расположением допуска на их изготовление. Как следует из фигуры, приемы, применяемые в данном случае, подобны тем же приемам, которыми пользуются при изготовлении приспособлений к металлорежущим станкам. Способ независимой обработки позволяет вести обработку обеих рабочих частей штампа параллельно.

ГЛАВА III

СБОРКА И ИСПЫТАНИЕ ШТАМПОВ

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СБОРКИ

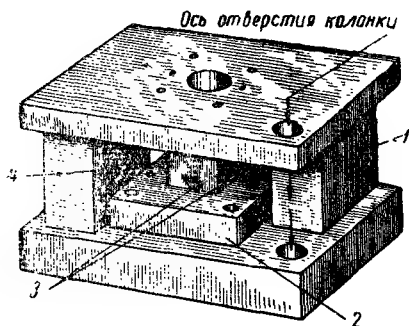
Сборка штампов представляет собой одну из самых ответственных операций, от которой непосредственно зависит качество штампа. Малейшая небрежность или недобросовестное отношение, допущенное при сборке, могут повести к аварии штампа при испытании или его работе.

Слесарно-сборочные операции в штамповом производстве можно подразделить в порядке их последовательности на следующие виды работ:

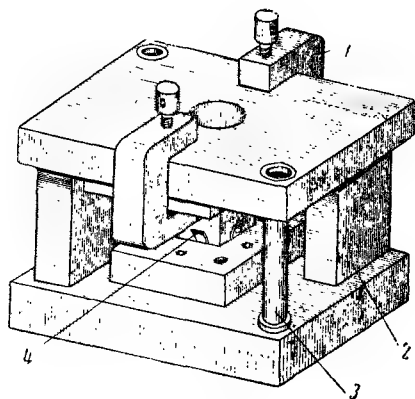
- 1) определение комплектности и качества деталей, поступивших на сборку;
- 2) слесарная зачистка этих деталей;
- 3) исполнение слесарных, слесарно-механических и механических работ с целью подготовки к дальнейшей сборке штампа;
- 4) сборка матрицы с нижней плитой штампа;
- 5) сборка пуансонов с пуансонодержателями;
- 6) обработка опорной плоскости пуансонодержателей и режущих поверхностей пуансонов;
- 7) сборка верхней и нижней плиты;
- 8) установка и крепление пуансонодержателей с пуансонами к верхней плите;
- 9) монтаж съемно-удаляющих устройств;
- 10) монтаж установочных деталей;
- 11) общая сборка с проверкой действия всех подвижных частей и равномерности зазоров в режущих частях штампа;
- 12) маркировка штампа;
- 13) пробная вырубка детали из прессшпана или пергамина с проверкой результата вырубки;
- 14) сдача штампа ОТК;
- 15) испытание штампа на прессе;

- 16) исправление выявленных недостатков (отладка);
- 17) окончательная сдача штампа ОТК;
- 18) окраска штампа.

Содержание и порядок отдельных технологических операций сборки может меняться в зависимости от конструкции штампа и технологического процесса.



Фиг. 173. Первый способ установки пуансонодержателя.



Фиг. 174. Второй способ установки пуансонодержателя.

Различные варианты технологического процесса сборки применяются на таких, например, сборочных операциях, как установка пуансонов с пуансонодержателями на соответствующие места, гарантирующие равномерность зазоров в режущих частях, как установка пуансонов в пуансонодержатель или как соединение верхней и нижней плиты направляющими колонками.

Обычно установка пуансонодержателей с пуансонами производится тремя различными способами. Первый способ (фиг. 173) характеризуется тем, что прежде всего производят окончательную сборку матрицы и пуансонодержателя с нижней и верхней плитой. После этого верхняя плита соединяется с нижней так, чтобы между пуансоном 4 и матрицей 2 поместились щупы или пластинки из фольги 3, по своей толщине равные величине зазора, и верх штампа опускается на две параллельные подкладки 1. Соединенные, таким образом, плиты оказываются готовыми к расточке с одной установки всех необходимых отверстий для направляющих колонок и втулок, как это показывает стрелка. Такая расточка позволяет после запрессовки колонок и втулок получить такое соединение верхней и нижней половин штампа, при котором зазоры в режущих частях окажутся равномерными.

При втором способе (фиг. 174) имеют дело с уже собранными на колонках обеими половинами штампа и с матрицей, скрепленной с нижней плитой штифтами и болтами. В этом случае, пользуясь щупами или фольгой 4, устанавливают по отверстию матрицы пуансон,

обранный с пуансонодержателем. Если теперь надеть верхнюю плиту на колонки 3 и опустить ее до соприкосновения с опорной плоскостью пуансонодержателя и плоскостями двух параллельных брусков 2, а затем скрепить ее струбцинками 1 с пуансонодержателем и одновременно просверлить и развернуть в них отверстия под штифты, то и здесь правильная сборка штампа будет обеспечена.

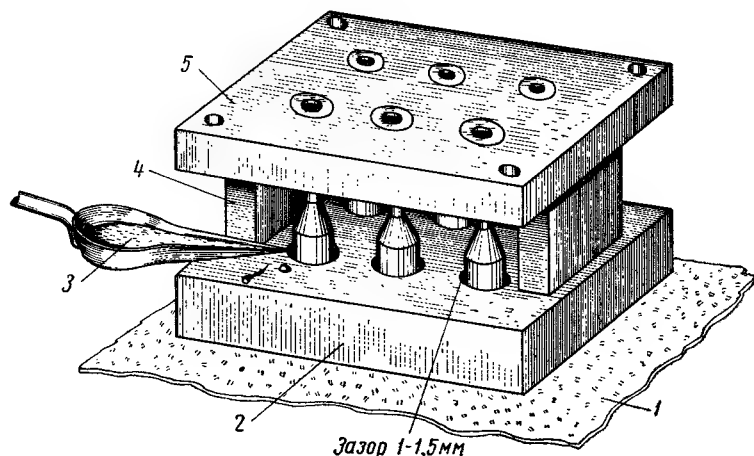
Возможен и третий вариант, согласно которому и пуансонодержатели, и матрицы устанавливаются с помощью кантующей призмы и контрольной плиты на одно и то же расстояние от колонок или отверстий для их запрессовки. Такой способ находит применение при сложной форме рабочего профиля или при нескольких пуансонодержателях и малой величине зазора в режущих частях штампа. Техника подобной установки описана нами в пятом разделе книги.

Также могут быть применены два различных варианта и при установке пуансона в пуансонодержателе. Один из них уже известен. Это совместная или согласованная обработка посадочных гнезд пуансонодержателя и провала (рабочего профиля) матрицы с последующей запрессовкой пуансонов в обработанные гнезда. Несмотря на широкое применение, этот вариант требует весьма тщательной и трудоемкой механической обработки и не всегда дает желаемую точность. Такие неприятности особенно чувствительны в конструкциях с большим количеством пуансонов.

Второй вариант (фиг. 175) состоит в установке пуансонов по матрице с последующей заливкой посадочных гнезд легкоплавким сплавом «Матрикс». Сплав состоит из 48% висмута; 28,5% свинца; 14,5% олова и 9% сурьмы. Температура его плавления равна 120°. Несмотря на низкую температуру плавления механические свойства этого сплава настолько хороши, что создают достаточно прочную посадку пуансонов в пуансонодержателе даже для тяжелых условий работы.

Перед заливкой сплавом «Матрикс» посадочные места пуансонов и пуансонодержателя 2 обрабатываются без особой точности и чистоты, но с определенным условием: между заливаемыми поверхностями должен быть зазор, равный 1 — 1,5 мм. Для более прочного соединения со сплавом на заливаемых поверхностях пуансонов прорезаются поперечные канавки. Поверхности, подлежащие заливке, сначала травятся, а затем лудятся. Затем пуансоны необходимо установить в положение, указанное на фиг. 175. Пуансоны с пуансонодержателем 2 помещаются на плиту, а матрица 5 на подкладках 4 располагается сверху. Для надежной установки на величину зазоров и здесь применяются прокладки из фольги. При малой величине зазоров обходятся и без этих прокладок, выполняя пуансоны по плотной посадке с расчетом, чтобы довести их размер после сборки с целью образования зазоров. Можно выполнить на пуансонах и технологические центрирующие пояски, прошлифованные на плотную посадку по отверстиям матрицы на некотором расстоянии от режущей части пуансона. Обеспечив, таким образом, надежную и

точную установку в держателе, собранный пакет помещают в электрический шкаф и подогревают до температуры 110—130°. Подогретый пакет устанавливают на асбестовую подкладку 1 и приступают к заливке гнезд пуансонодержателя расплавленным сплавом из специального лотка 3. После удаления наплывов с поверхностей процесс сборки считается законченным.



Фиг. 175. Заливка пуансонов сплавом.

Можно осуществлять заливку штампов и в том случае, если верх и низ штампа находятся на своих местах, а пуансоны не имеют опорных буртов. Заливка в таких условиях производится со стороны опорной (верхней) плоскости пуансонодержателя, опирающегося на специально изготовленные резиновые кольца, закрывающие снизу выход расплавленному металлу.

Чтобы завершить описание возможных вариантов технологического процесса сборки, следует вернуться к фигурам 173 и 174. Рассматривая их можно установить, что здесь изображены два различных варианта соединения колонками верхней и нижней плит штампа. В первом варианте (фиг. 173) расточка отверстий под колонки ведется от пуансонов и матриц, уже установленных на свои места. Во втором (фиг. 174) — установка рабочих частей осуществляется после того, как плиты будут соединены колонками. Выбор варианта определяется способом сборки пуансонодержателя с плитой и они оба находят одинаковое применение в производстве.

2. В ЧЕМ СОСТОИТ КАЧЕСТВО СБОРКИ

Общеизвестна роль правильного выполнения сборочных операций в штамповом производстве. Чтобы добиться правильной сборки, необходимо знать то, что может быть допущено, чего нельзя

допускать и что требуется от собранного штампа. Ответы на эти вопросы дают технические требования или иначе технические условия сборки штампов. Эти технические условия во многом совпадают с требованиями, предъявляемыми к сборке приспособлений, но имеют и свои особенности, заключающиеся в следующем.

Во-первых, необходимо строго соблюдать равномерность и величину зазоров между рабочими частями, добиваясь соответствия их чертежу штампа.

Во-вторых, требуется добиться строгой перпендикулярности рабочих частей штампа установочным поверхностям плит.

В-третьих, следует создать плановую работу всех подвижных частей, устранить перекосы, возможные заедания и добиться безотказной работы съемно-удаляющих устройств.

В-четвертых, необходимо следить за тем, чтобы опорные плоскости обеих плит были точно параллельны друг другу и допустимые отклонения по параллельности не превышали 0,08 мм.

В-пятых, нужно обеспечить взаимную параллельность боковых поверхностей (образующих профиль рабочей части). Может быть допущен только обратный уклон этих поверхностей до 0,04 мм, но ни в коем случае не прямой конус.

В-шестых, оси хвостовика должны быть строго перпендикулярными установочным поверхностям плит.

3. ИСПЫТАНИЕ И ОТЛАДКА ШТАМПОВ

Испытание штампов ведется на производственном оборудовании и на производственной заготовке опытным наладчиком штампов в присутствии слесаря, собравшего штамп.

Рассмотрим встречающиеся неполадки в процессе испытания штампа, которые зависят от неправильного его использования, а также укажем способы их устранения.

1. **Нарушение геометрической формы детали.** Эта ошибка является результатом неправильного выполнения размеров штампа или неточности чертежа. Устраняется переделкой штампа.

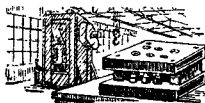
2. **Заусеницы на поверхности среза.** Они могут быть результатом увеличенного зазора между режущими частями, быстрого их затупления из-за пониженной твердости, наличия прямого конуса на режущих частях. Дефекты устраняются, соответственно, переделкой, а иногда наклепом одной из режущих частей, повторной термической обработкой деталей и устранением прямого конуса.

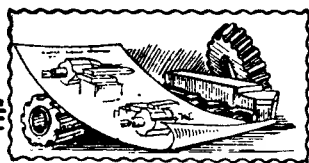
3. **Неровности на поверхности среза.** Неровности возникают при неправильных зазорах между режущими частями. Причина их возникновения — слишком малые зазоры, а причина образования шероховатостей — слишком большие зазоры. Эти дефекты устраняются изменением величины зазоров.

4. Изгиб штамповки. Этот дефект появляется при наличии прямого конуса в матрице, слишком большом зазоре между матрицей и выталкивателем и при неправильно выбранной конструкции выталкивателя. Неполадки, соответственно, устраняются исправлением прямого конуса, излишнего зазора и выталкивающего устройства.

5. Нарушение плавности соединения режущих частей. Это явление происходит в результате неправильной и неточной сборки штампа. Устраняется путем проверки штампа и последующей правильной сборки.

После испытания и исправления выявленных недостатков штамп предъявляется в ОТК вместе с изготовленными на нем пробными деталями. ОТК производит окончательную проверку штампа; выписывает паспорт. После окраски штамп передается в производственный цех для эксплуатации.





ПРОИЗВОДСТВО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

ГЛАВА I

КОНСТРУКЦИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

1. ГЛАВНЫЕ ВИДЫ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Ранее мы рассмотрели только конструкцию режущей части некоторых видов режущего инструмента и устройство простого слесарного ручного и станочно-ручного инструмента. Однако этого недостаточно, так как слесарь-инструментальщик принимает непосредственное участие в производстве режущего инструмента. Поэтому ему необходимо знакомство с многими его видами и с конструкцией не только одной рабочей части, но и с устройством других элементов инструмента.

Познакомимся с другими видами инструмента. Инструмент для обработки металлов резанием, объединяемый в группу режущего инструмента, делится на следующие подгруппы: а) резцы; б) фрезы; в) сверла, зенкеры, зенковки и развертки; г) протяжки и прошивки; д) зуборезный и обкаточный инструмент; е) резбонарезной инструмент; ж) абразивный инструмент; з) ручной инструмент.

К резцам относится однолезвийный режущий инструмент для работы на всех станках независимо от конструкции, формы, размеров и назначения инструмента, за исключением инструмента резбонарезного и зубообрабатывающего.

В следующую подгруппу входит многолезвийный инструмент, имеющий форму тела вращения с зубьями на цилиндрической, а часто и на торцевых поверхностях. Эти инструменты, называемые фрезами, применяются для обработки наружных и внутренних поверхностей. Исключение и здесь составляет режущий инструмент для нарезания резьбы и зубчатых колес.

Подгруппа многолезвийного инструмента для обработки отверстий объединяет сверла, зенкеры, зенковки, развертки.

Многолезвийный инструмент, срезающий стружку при помощи главного прямолинейного рабочего движения, направленного вдоль

обрабатываемой поверхности, относится к подгруппе протяжек и прошивок.

К зуборезному и обкаточному инструменту относятся все виды инструмента, применяемого для обработки зубчатых и шлицевых соединений, как методом обкатки, так и методом непосредственного перенесения профиля инструмента на деталь, независимо от количества режущих кромок инструмента.

Подгруппа резбонарезного инструмента охватывает различный инструмент, применяемый при нарезании внутренних и наружных резьб.

Содержание подгруппы абразивного и ручного инструмента было уже рассмотрено достаточно подробно в предыдущих главах и не требует дополнительной характеристики.

Классификация режущего инструмента, кроме его разбивки на перечисленные подгруппы, предусматривает дальнейшее деление на виды, разновидности и типы, дающие полную конструктивно-эксплуатационную характеристику каждого инструмента. Существенное место в этой характеристике занимает деление инструмента на типы, в зависимости от конструкции. Такое деление предусматривает три различных конструкции, начиная от наиболее простой и до самой сложной, а именно: а) инструмент цельный; б) инструмент с напаянными или приваренными зубьями; в) инструмент сборный.

Сложность изготовления инструмента растет соответственно росту сложности его конструкции. Также растут сложность и время слесарных операций, необходимых для его изготовления.

2. ТРИ ТИПА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

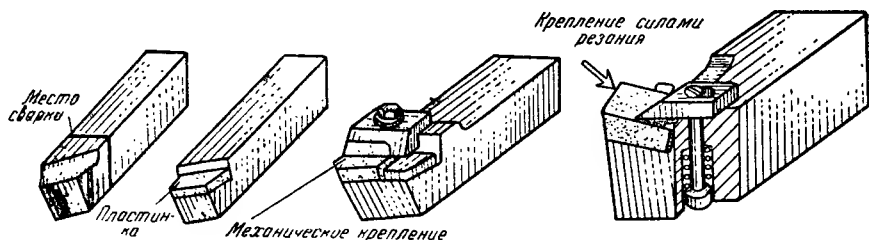
Большинство типов режущего инструмента может быть выполнено во всех трех вариантах: в цельном, в сварном или напаянном, в сборном.

Обратимся к примерам самого распространенного режущего инструмента для выяснения особенностей конструкции в зависимости от варианта его исполнения.

Начнем с наиболее простых. По способу соединения режущей части резца с его телом различают (см. фиг. 176): цельные, сварные, наварные, наплавные и напайные, с механическим креплением пластинки и, наконец, с креплением пластинки усилием резания. Резцы с механическим креплением пластинки и с креплением ее усилием резания — типичные представители инструмента сборной конструкции. Эта конструкция требует точной слесарной пригонки гнезда под пластинку, чтобы гарантировать нужное прилегание последней к опорной плоскости державки и создать надежное и устойчивое положение пластинки при резании.

Точно так же и фрезы могут изготавливаться во всех трех конструктивных вариантах. Такое разнообразие конструкций объясняется стремлением к максимальной экономии материалов, идущих па

изготовление режущего инструмента. Это стремление привело к созданию фрез со вставными зубьями, изготовленными из быстрорежущей стали или из пластинок металллокерамических твердых сплавов. Корпуса подобных фрез изготавливаются из более дешевой конструкционной стали, а зубья по мере их износа могут заменяться новыми.

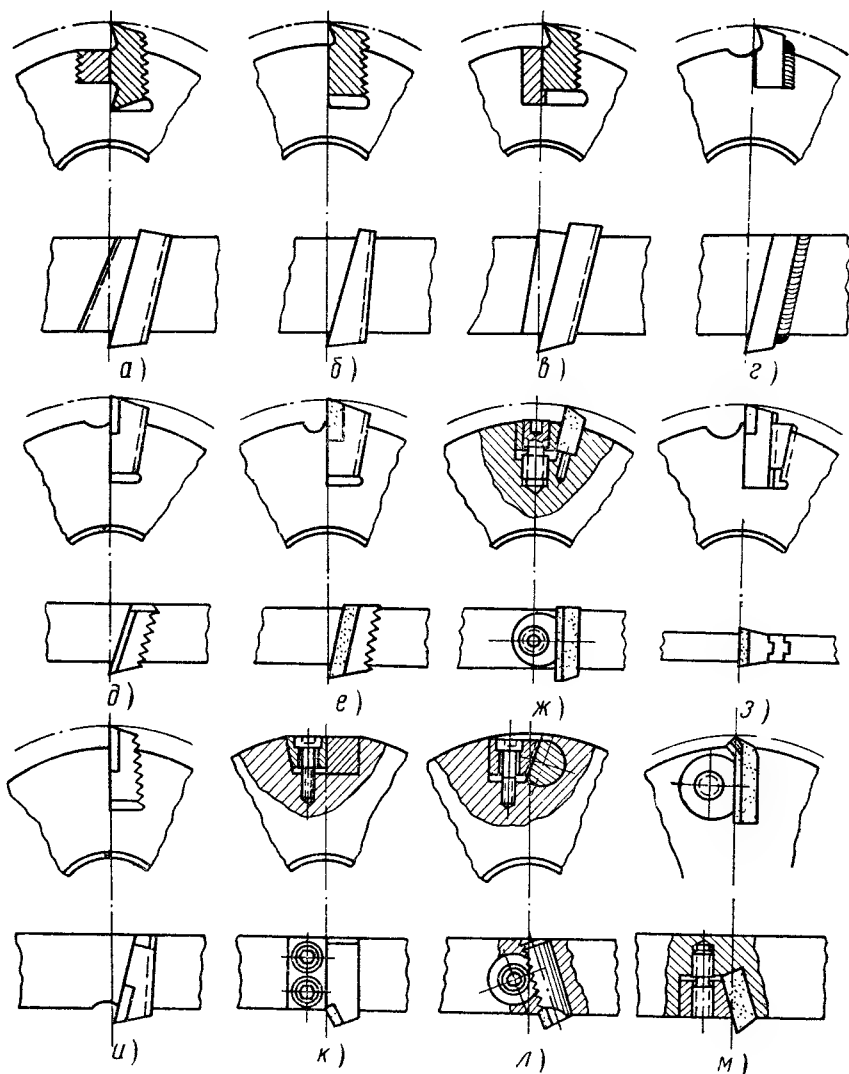


Фиг. 176. Типы резцов.

Существует очень много различных креплений вставных зубьев во фрезях. Приведенные на фиг. 177 способы креплений далеко не исчерпывают всего их многообразия. На фиг. 177, а, б, в и г показано крепление быстрорежущих зубьев к корпусу цилиндрической фрезы. Наиболее удачная конструкция приведена на фиг. 177, в. В ней плоскопараллельный зуб с рифленой опорной поверхностью закрепляется гладким клином. Другая конструкция (фиг. 177, г), в которой плоскопараллельный зуб с гладкими поверхностями закрепляется сварочным швом с тыльной стороны, более проста в изготовлении, но не позволяет восстанавливать размеры фрезы после ее заточки. Несмотря на указанный недостаток, все же и эта конструкция применяется во многих разновидностях фрез.

На фиг. 177, д и е показано крепление зубьев дисковых фрез из быстрорежущей стали и с пластинками твердого сплава. Здесь успешно применяется клиновой нож с рифлениями на опорной поверхности. Несколько иначе производится механическое крепление пластинок твердого сплава в дисковых фрезях (фиг. 177, ж). Такое крепление осуществляется гладкой клиновой втулкой и дифференциальным винтом. Втулка и винт создают надежную и компактную конструкцию инструмента. Несмотря на то, что эта конструкция требует сложной слесарной сборки и тщательной пригонки, она все же находит широкое применение, поскольку устраняет операцию напайки — один из источников возникновения термических напряжений и трещин в твердом сплаве. Показанное на фиг. 177, з крепление, благодаря исключительной его компактности, применяется в конструкциях твердосплавных прорезных фрез.

Крепление зубьев торцевых фрез иллюстрируется фиг. 177, и, к, л, м. На первой из них показано крепление рифленого зуба с двойным уклоном, позволяющее передвигать его по мере износа, как



Фиг. 177. Конструкции вставных зубьев фрез.

в направлении диаметра, так и в направлении торца фрезы. Такая конструкция в настоящее время широко используется при изготовлении фрез из быстрорежущей стали. Остальные рисунки (фиг. 177, *к, л, м*) показывают конструкцию твердосплавных фрез с креплением зубьев клиновой планкой и винтами, конструкцию с креплением круглого зуба рифленой клиновой втулкой и, наконец, конструкцию с механическим креплением пластинок твердого сплава клиновой втулкой и дифференциальным винтом.

Некоторые из описанных видов крепления зубьев находят применение не только в различных конструкциях фрез, но и в других инструментах: зенкерах, развертках, протяжках.

Указанные выше варианты режущего инструмента находят применение также в конструкциях инструмента для обработки отверстий.

ГЛАВА II

СЛЕСАРНЫЕ ОПЕРАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

1. ПОДГОТОВКА ИНСТРУМЕНТА К НАПАЙКЕ

Тщательная подготовка режущего инструмента к напайке — важное условие получения его высокого качества. Необходимость тщательной подготовки приобретает особенное значение, если инструмент напаивается пластинками металллокерамических твердых сплавов.

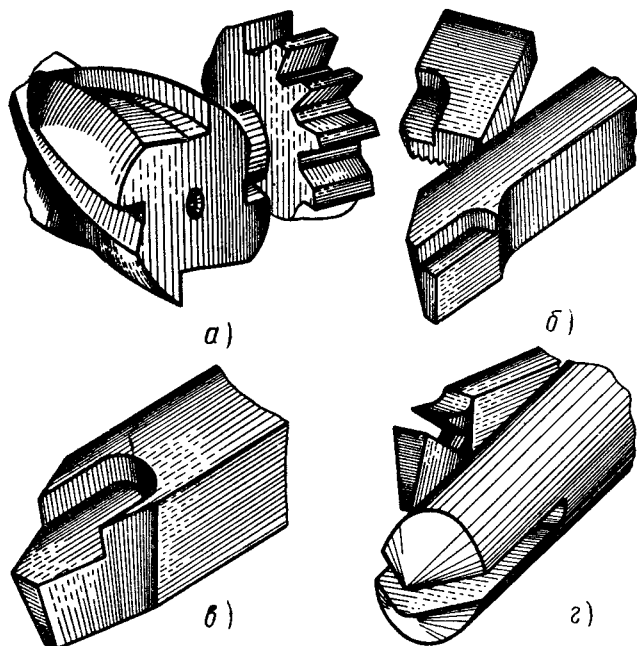
Слесарные операции по подготовке к напайке преследуют две цели:

а) обработку поверхностей спая, состоящую в том, чтобы добиться плотного прилегания пластинок к корпусу, при котором слой припоя после напайки будет равномерным;

б) сборку пластинок с корпусом таким образом, чтобы они не выпали во время напайки.

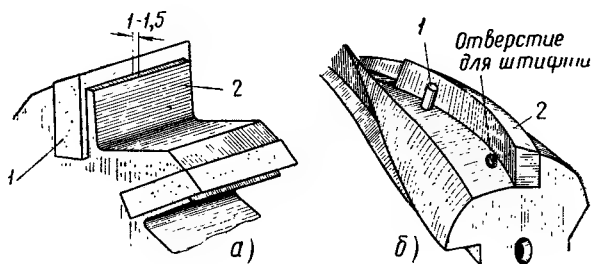
Решение первой задачи достигается при фрезеровании опорных поверхностей корпуса и при шлифовании поверхностей пластинок металллокерамических сплавов. В том случае, если фрезерование не позволило получить качественное прилегание поверхностей, признаком которого является соединение поверхностей с зазором между ними не более 0,05—0,08 мм и чистотой их не менее $\nabla \nabla 5$, то поверхности спая подправляются личными напильниками до получения заданных условий.

При решении второй задачи, т. е. при сборке корпуса и пластинок в зависимости от конструкции корпусов, может быть два случая. Корпусы могут иметь четыре различных вида гнезд для крепления пластинок: открытое, полузакрытое, закрытое и врезное (фиг. 178).



Фиг. 178. Конструкция гнезд для установки пластинок в режущем инструменте:

а — открытая; б — полужакрытая; в — закрытая; г — врезная.



Фиг. 179. Два варианта сборки пластинок под напайку.

Наивысшую сложность представляет сборка инструмента с открытым креплением пластинок (за исключением резцов). При сборке такого инструмента прибегают к одному из двух технологических вариантов. Первый из них (фиг. 179, *а*) состоит в том, что во время фрезерования гнезда оставляют со стороны передней поверхности пластинки 1 тонкую перемычку 2 толщиной 1—1,5 мм, которая в дальнейшем и чаще всего при заточке удаляется абразивным кругом. Чтобы закрепить пластинку в таком корпусе, перемычку подчеканивают до тех пор, пока пластинка не окажется прижатой к опорной плоскости корпуса. Такой способ находит применение, например, при изготовлении дисковых фрез.

Второй вариант (фиг. 179, *б*) состоит в том, что пластинку 2 при напайке удерживает цилиндрический штифт 1, забиваемый в корпус инструмента. Этот штифт при необходимости также подгибается к пластинке 2 и впоследствии может быть удален. Такой вариант чаще всего применяется при изготовлении фрез с металлокерамическими винтовыми пластинками.

При закрытом креплении пластинок (см. фиг. 178, *в*) сборка инструмента сводится к обыкновенной пригонке пазов корпуса по пластинкам на плотную посадку, осуществляемую легкими ударами деревянного молотка. В этом случае пластинки твердого сплава предварительно шлифуются с обеих сторон.

Качественная напайка требует чистых поверхностей, удаления всех следов грязи и жировых веществ. Это достигается тщательной промывкой как пластинок, так и поверхностей корпуса в четыреххлористом углероде или бензине. Чтобы предохранить центровые, резьбовые и посадочные отверстия инструмента от затекания в них припоя, слесарь забивает их перед отправкой на напайку асбестом.

2. СЛЕСАРНЫЕ ПРИГОНКИ В СБОРНОМ ИНСТРУМЕНТЕ

Типичными примерами слесарных операций при изготовлении сборного инструмента служит пригонка пазов под вставные зубья и пригонка посадочных гнезд для вставного инструмента.

После механической обработки корпуса и окончательного изготовления зубьев сборного инструмента выполняются сборочные операции. Очень часто с целью соблюдения требований взаимозаменяемости пазов корпуса слесарную пригонку зубьев производят по калибрам до процесса сборки. На фиг. 180 изображена конструкция калибра и дана схема пригонки к нему детали. Пригонка состоит в слесарной обработке гладкой стороны гнезда под вставной зуб. В обработанные гнезда вставляются зубья и затем заколачиваются медным молотком сначала легкими ударами, а затем более сильными до полной посадки зубьев. Произведенная перед этим пригонка гнезд по калибрам обеспечит одинаковую посадку всех зубьев по высоте.

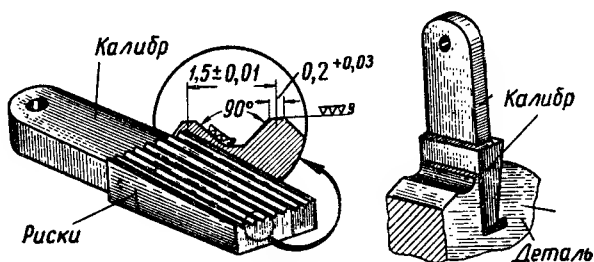
Посадка зубьев при сборке приводит к деформациям корпуса, а следовательно, и к изменению формы и размеров посадочного отверстия инструмента. Исправить его можно доводкой чугунными при-тирами. С этой целью иногда оставляют припуск на последующую обработку отверстия равный $0,02—0,03$ мм.

В производстве режущего инструмента часто появляется необходимость в пригонке посадочных гнезд под вставной инструмент. В большинстве случаев эти гнезда представляют прямоугольные пазы, симметрично расположенные относительно оси инструмента. Пазы могут быть выполнены или в виде одного сквозного прямоугольного отверстия, проходящего в диаметральной направлении, или в виде нескольких отверстий, расположенных под определенными центральными углами друг к другу.

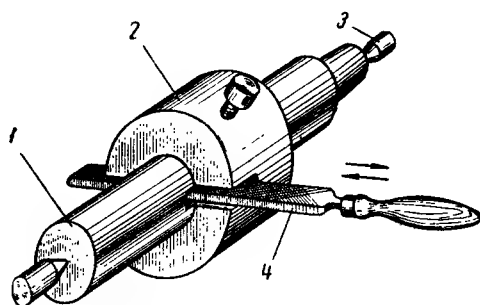
Обработка посадочных гнезд под вставной инструмент производится по схемам, изображенным на фиг. 145, б, г. Так же применимы здесь и те расчеты, которые были приведены для выполнения измерений по этим схемам.

Обработка гнезд может быть значительно упрощена, если работу производить с применением специальных слесарных наметок 2 (фиг. 181). Будучи установлены на детали 1, наметки позволяют получить правильные размеры, геометрию и положение обрабатываемых поверх-

ностей и устранить брак при обработке посадочных гнезд. Такая же наметка может быть использована и при слесарной обработке гнезд, расположенных под углами друг к другу. В последнем случае после каждого поворота детали наметка вновь устанавливается в горизонтальное положение и обработка ведется как показано на фиг. 181.



Фиг. 180. Пригонка пазов под вставные зубья.



Фиг. 181. Схема слесарной пригонки пазов под вставной инструмент:

1 — деталь; 2 — наметка; 3 — упорный центр; 4 — рабочий инструмент.

3. СЛЕСАРНЫЕ ПРИЕМЫ ЗАТОЧКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Несмотря на сложность и малую производительность по сравнению с механической заточкой, ручная заточка частое явление в производстве режущего инструмента. Нередко причиной этого служит дефицит или полное отсутствие оборудования для механической заточки. Иногда к ней прибегают только потому, что невыгодно производить сложную настройку специального оборудования. Это случается при изготовлении штучного инструмента, например, инструмента второго порядка, применяемого для выполнения отдельных неповторяющихся заказов в инструментальном цехе. Ручная заточка твердосплавного инструмента часто вызывается также стремлением избежать появления трещин и сетки микротрещин на поверхности пластинок твердого сплава. Особенно незаменима ручная заточка, когда для образования профиля требуется удалить большой объем твердого сплава.

Ручная или слесарная заточка осуществляются заточниками, а иногда и слесарями-инструментальщиками высокой квалификации. Она может выполняться как на простых заточных станках (точилах), так и на универсальных. Простые заточные станки должны быть оборудованы поворотными подручниками. Подручник, наклоненный под заданным углом, позволяет правильно заточить задние поверхности у лежащего на нем инструмента. Для большего удобства на верхней плоскости подручника следует закрепить упорную линейку, помогающую произвести правильную установку для образования заднего угла и углов в плане. Такая упорная линейка, будучи повернута на заданный угол, служит второй базой для установки.

Ручная заточка быстрорежущего инструмента не вызывает особых трудностей. Предварительная заточка этого инструмента ведется кругами из нормального электрокорунда с характеристикой 36 СМ2-С1, а чистовая — кругами из белого электрокорунда с характеристикой 60 СМ2-С1.

Значительно труднее затачивать инструмент из твердого сплава. Высокий местный нагрев при заточке резко ухудшает качество поверхностного слоя твердого сплава и режущие свойства инструмента. Малая теплопроводность и теплоемкость сплава легко вызывают местные перегревы его при заточке, появление сетки микротрещин и трещин, повышение хрупкости и выкрашивание лезвий. Поэтому при заточке твердых сплавов должны быть созданы условия, исключающие местные перегревы. Устранения перегревов можно добиться при правильном выборе шлифовального круга и режимов заточки, обильном охлаждении и соблюдении некоторых других условий.

Заточка твердосплавного инструмента ведется кругами из зеленого, реже черного, карбида кремния на керамической связке. Наиболее подходящие характеристики кругов для ручной заточки следующие: для вольфрамокобальтовых сплавов — 60 МЗ-СМ1 и для вольфрамтитанокобальтовых — 60 М2-МЗ. Наилучшей скоростью

круга при заточке следует считать скорость, равную 12—14 м/сек. Очень важно избегать сильного давления инструмента на абразивный круг: давление не должно превышать 1—1,5 кг, так как более сильный нажим не увеличит производительности заточки, зато усилит нагрев инструмента и износ абразивного круга.

Затачиваемый инструмент должен плавно перемещаться в продольном направлении по рабочей поверхности круга. Нельзя допускать сильного нагрева пластинок при заточке инструмента. Если работа ведется без охлаждения, следует делать длительные перерывы в работе для остывания инструмента на воздухе. Охлаждение инструмента водой недопустимо.

Высокая хрупкость твердых сплавов заставляет тщательно наблюдать за рабочей поверхностью абразивного круга. Круг не должен иметь биения и неровностей на поверхности. Заточка производится при вращении абразивного круга на державку инструмента (фиг. 182).

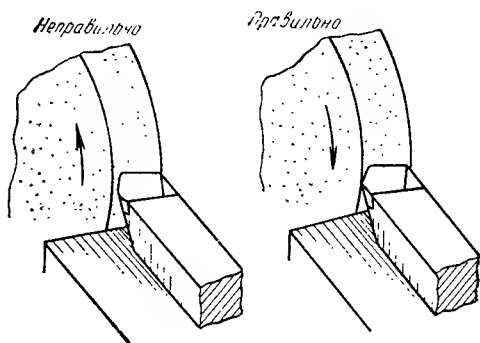
Одной из причин образования сетки микротрещин бывает совместная обработка твердого сплава и материала державки, приводящая неизбежно к «засаливанию» круга, а следовательно, и к увеличению местных перегревов материала инструмента. Поэтому материал державки должен быть предварительно снят другим, электрокорундовым кругом, либо пластинка на инструменте должна быть расположена так, чтобы она несколько возвышалась над корпусом инструмента.

Только при выполнении этих условий можно успешно заточить инструмент, напаянный пластинками твердого сплава.

4. СЛЕСАРНАЯ ДОВОДКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Доводка режущего инструмента необходима для повышения его стойкости. Наиболее производительной считается механическая доводка быстрорежущего инструмента абразивными кругами, изготовленными из зеленого карбида кремния зернистостью 170—220 на бакелитовой связке с твердостью C1-C2, и доводка твердосплавного инструмента пастой из карбида бора на чугунных притирочных дисках с механическим приводом.

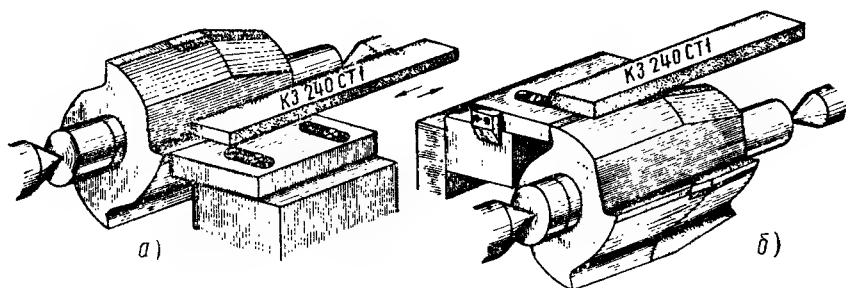
Доводка быстрорежущего инструмента абразивными кругами осуществляется рабочими-заточниками на тех же универсально-заточных станках, что и заточка. Доводка же твердосплавного инстру-



Фиг. 182. Направление вращения круга при обработке твердого сплава.

мента на механических притирочных дисках (см. фиг. 69) производится или заточниками, или слесарями-инструментальщиками.

В ряде случаев доводка твердосплавных инструментов выполняется ручными приемами при помощи абразивных брусков или притирочных плит. К доводке абразивными брусками прибегают, главным образом, для придания плавности сопряжения режущих кромок чистовых инструментов. Такая доводка производится, например, у разверток и некоторых видов протяжек и для получения заднего угла на скруглениях режущих кромок этого инструмента. Однако ручную доводку применяют и в случае доводки инструмента по передним и задним поверхностям главных режущих кромок.



Фиг. 183. Ручная доводка:

а — передней поверхности; б — задней поверхности.

Абразивные бруски выбираются с большей твердостью, чем шлифовальные круги. То же самое нужно сказать и в отношении зернистости доводочных брусков. Поэтому для ручной доводки режущего инструмента наиболее подходящими будут абразивные бруски с зернистостью 220—320 и твердостью СТ1—СТ2. Для доводки быстрорежущего инструмента бруски могут быть изготовлены из нормального или белого электрокорунда; для доводки твердосплавного инструмента бруски должны быть выполнены из карбида кремния.

Качество ручной доводки абразивными брусками требует высокой квалификации и навыка рабочего, так как при такой обработке можно легко завалить режущие кромки инструмента и ухудшить его режущие свойства. Чтобы облегчить доводку и устранить возможность появления завалов на режущих кромках, используют направляющие приспособления. Доводка в таком приспособлении показана на фиг. 183. На фиг. 183, а показана доводка по передней поверхности, а на фиг. 183, б — по задней поверхности инструмента.

Доводка быстрорежущего инструмента исчерпывается механической доводкой абразивными кругами и ручной доводкой абразивными брусками, тогда как для обработки твердосплавных инструментов, кроме доводки абразивными брусками, применяются доводка на притирочных дисках и ручная доводка на притирочных плитах. Оба способа доводки твердосплавного инструмента осуществляются

пастами, приготовленными из карбида бора или карбида кремния.

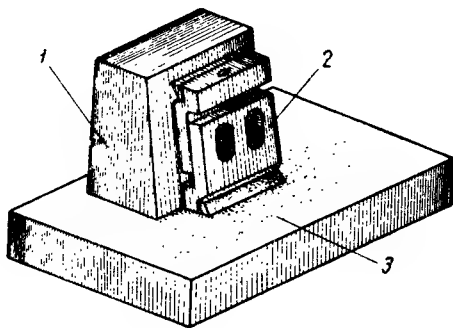
Доводочная паста представляет собой хорошо перемешанную и застывшую массу, состоящую из 70—85% карбида бора или карбида кремния и 15—30% расплавленного парафина. Зернистость абразивных материалов, применяемых для приготовления паст, выбирается в пределах 170—325. Растворителем паст при нанесении их на притирочную поверхность является керосин.

Доводка пастой на притирочных дисках может быть осуществлена на станке, изображенном на фиг. 68. Его доводочный диск шаржируется пастой и, вращаясь с небольшой скоростью (1,5—2,5 м/сек), истирает абразивными зернами неровности и растрескавшийся дефектный слой поверхности. Вращение диска в отличие от заточки направляется от державки на режущую кромку. Такое направление дает хорошее качество режущей кромки и предотвращает ее выкрашивание абразивными зернами пасты. Следует иметь в виду, что процесс доводки с большей производительностью и лучшей чистотой поверхности осуществляется более мелкозернистыми пастами.

Давление на диск при доводке не превышает 0,15—0,2 кг/см².

Доводка притирочными дисками требует тщательной установки инструмента относительно поверхности диска. Для этой цели используются поворотные подручники. Установка инструмента должна производиться на несколько меньший угол, чем при заточке. Если угол установки при доводке будет на 15—30' меньше угла заточки, это даст возможность доводить не всю поверхность пластинки, а только ее некоторую часть, расположенную у режущей кромки, и, следовательно, сократить время доводки.

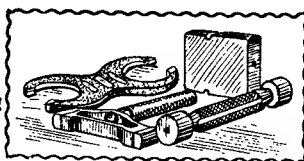
Иногда высокая точность твердосплавного инструмента не позволяет довести его на станке. Тогда прибегают к слесарной доводке на притирочных плитах. Подобная доводка производится с применением пасты из карбида бора так, как показано на фиг. 184. В остальном доводка твердосплавных инструментов на притирочных плитах не отличается от приемов, описанных в главе III четвертого раздела книги.



Фиг. 184. Слесарная доводка режущего инструмента на притирочной плите:

1 — направляющий кубик; 2 — инструмент;
3 — притирочная плита.





ПРОИЗВОДСТВО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

ГЛАВА I

КОНСТРУКЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

1. КАЛИБРЫ — ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОСОБОГО РОДА

Среди множества измерительных средств имеется целая группа инструментов, которые изготавливаются в инструментальном цехе. В эту группу входят калибры различного назначения и конструкций. Но каково бы назначение не имел калибр, каким бы своеобразием не отличалась его конструкция, он всегда будет надежным и самым удобным средством измерения в производстве взаимозаменяемых деталей.

Что же представляют собой калибры? Калибрами называются одномерные измерительные инструменты для контроля отклонений деталей от размеров, формы и взаимного расположения их поверхностей, но без определения числовой величины этих отклонений.

По форме измерительных поверхностей калибры могут быть разделены на калибры для элементарных измерений и для комплексных измерений. Комплексные калибры еще называются лекалами или шаблонами. Их характерная особенность состоит в том, что рабочий профиль этих калибров представляет обратное изображение детали.

Самую многочисленную группу среди элементарных калибров составляют калибры для контроля отверстий. Они выполняются в виде: а) пробок гладких полных; б) пробок листовых неполных и пробок неполных; в) штихмасов и нутромеров сферических и г) пробок конических.

Гладкие калибры-пробки полные (фиг. 185) бывают цельными, т. е. сделанными из одного куска металла, или составными. Пробки для отверстий диаметром от 1 до 50 мм делаются в виде конических вставок (пробок с коническими хвостовиками); для отверстий диаметром от 30 до 100 мм их изготавливают в виде цилиндрических насадок. По конструкции пробки делятся на односторонние или двусторонние. Односторонние пробки имеют одну коническую вставку или одну цилиндрическую насадку; двусторонние — две.

Непроходная пробка значительно короче проходной, что позволяет безошибочно определять, какой из них следует пользоваться при измерении.

Пробки гладкие листовые неполные (фиг. 186) и пробки неполные (фиг. 187) применяются для проверки отверстий больших диаметров. Измерительные поверхности этих пробок представляют часть цилиндра, равного по диаметру отверстию детали. Непроходные стороны калибров и в данном случае делаются короче проходных. Несмотря на то, что проходные стороны неполных калибров менее надежны (нарушается принцип подобия), все же благодаря меньшему весу они удобнее для измерения больших диаметров. Неполные калибры-пробки могут быть выполнены также и в виде калибров регулируемой конструкции.

Предельные штихмасы (фиг. 188) — это калибры, изготовленные в виде цилиндрических стержней, ограниченных шаровыми измерительными поверхностями, с радиусом значительно меньшим, чем у отверстия детали. На середину стержня такого калибра надевается рукоятка из пластмассы или дерева. Комплект предельных штихмассов состоит из двух калибров: проходного и непроходного, а для того, чтобы их было удобнее отличать друг от друга, на непроходном штихмассе делается одна кольцевая проточка, на контрольном — две; проходной штихмас проточек не имеет.

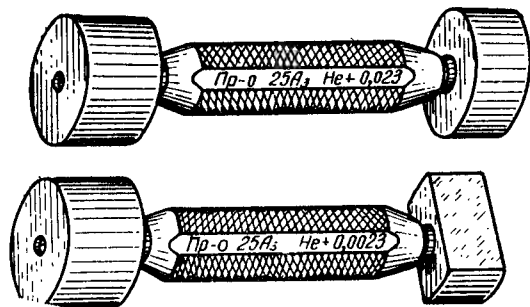
Для измерения диаметров валов применяются калибры-скобы. Они также могут быть жесткой или регулируемой конструкции.

Жесткие калибры-скобы изготавливаются штампованными, литыми и листовыми. Любые из них по своему оформлению могут быть односторонними или двусторонними. Односторонними скобами можно измерять не только один, но и два предельных размера. Если односторонняя скоба служит для измерения двух предельных размеров, то ее измерительные плоскости располагаются одна за другой ступеньками, отделенными канавкой. Двусторонние скобы изготавливаются диаметром до 100 мм (фиг. 189). Губки непроходной стороны таких скоб скашиваются под углом 45° и этот скос облегчает ввод детали в калибр, а также позволяет легко отличить проходную сторону от непроходной.

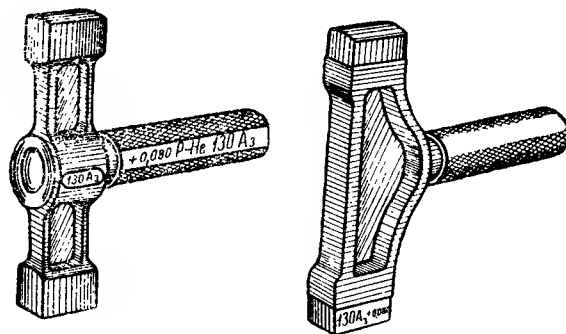
Литые жесткие скобы очень похожи на скобы штампованные. Корпуса литых скоб изготавливаются из ковкого чугуна и к ним привинчиваются вставные губки из инструментальной стали.

Различные типы листовых калибров-скоб изображены на фиг. 190. Преимущество этой конструкции в простоте изготовления; ее недостаток — в малой жесткости при измерениях.

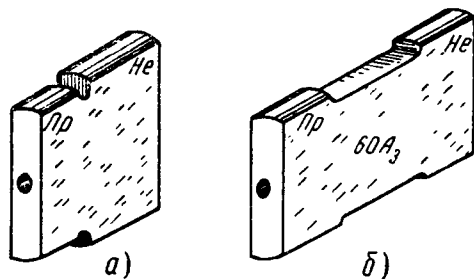
Регулируемые калибры-скобы (фиг. 191) получили такое название потому, что их размер может быть установлен (отрегулирован) в определенных пределах без слесарной пригонки. Расстояние между губками скобы такой конструкции регулируется винтами 3, расположенными на торцовых поверхностях губок, и фиксируется мертво винтами 4, расположенными на боковых плоскостях губок.



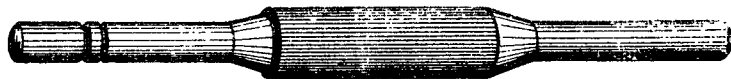
Фиг. 185. Калибры-пробки полные.



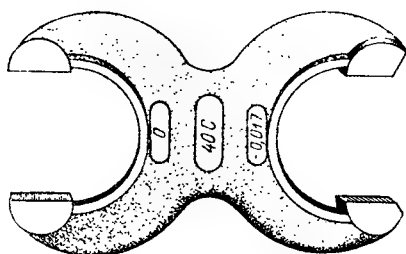
Фиг. 187. Комплект неполных калибров-пробок.



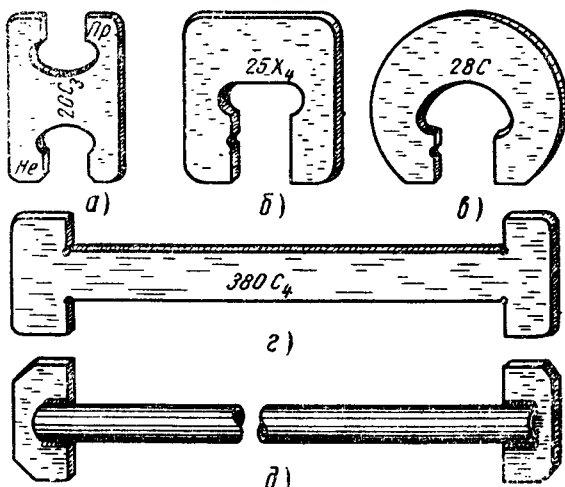
Фиг. 186. Пробки листовые неполные:
а -- односторонние; б -- двусторонние.



Фиг. 188. Штихмас.



Фиг. 189. Калибр-скоба двусторонняя.

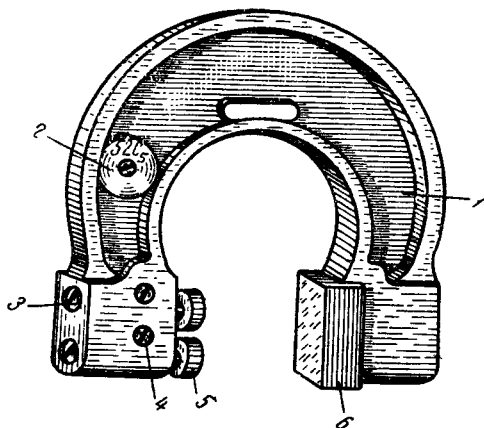


Фиг. 190. Калибры-скобы листовые:

a — двусторонний калибр-скоба; *б* — прямоугольная односторонняя калибр-скоба; *в* — круглая односторонняя калибр-скоба; *г* — листовая калибр-скоба для длин; *д* — трубчатая скоба для длин.

Фиг. 191. Регулируемая скоба:

1 — корпус; *2* — маркировочная шайба; *3* — установочные винты; *4* — крепежные винты; *5* — измерительные вставки; *6* — губка.



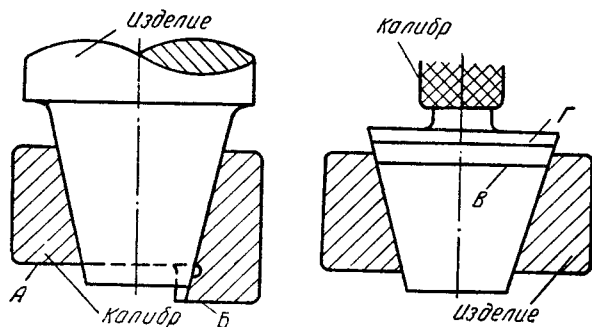
Установка регулируемых скоб ведется по калибрам или по блокам концевых мер. После установки инструмента головки установочных винтов заливаются сургучом или мастикой и клеймятся клеймом контролера.

Регулируемые скобы изготавливаются для диаметров деталей до 330 мм и могут применяться для детали любой точности, за исключением 1 класса.

Измерения длины и высоты детали осуществляются калибрами особой конструкции, которые носят название уступомеров, глубино-

меров и высотомеров, калибров для пазов и скоб для длин. Их конструкции приведены в табл. 13. Как правило, такие конструкции калибров изготавливаются из листовой стали.

При измерении уступомерами и подобными им инструментами в одном случае у измеряемой



Фиг. 192. Калибры для конических поверхностей.

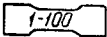
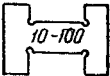
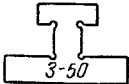
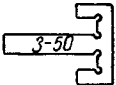
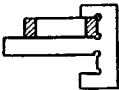
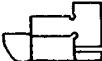
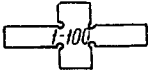
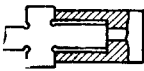
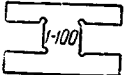
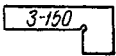
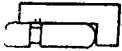
поверхности должна быть световая щель (просвет), в другом случае ее быть не должно. Стороны подобных калибров называются большей и меньшей стороной.

Калибры для проверки конических поверхностей (фиг. 192) представляют собой такую конструкцию, в которой и проходная, и непроходная стороны объединены в одном калибре. Различают калибр-кольцо и калибр-пробку. При измерении калибром-кольцом торец годной детали обязательно должен лежать между плоскостями А и Б; при измерении пробкой — между рисками В и Г. Следует подчеркнуть, что такими калибрами можно определить только отклонения конуса по диаметру, но не его отклонения в величине конусности. Конусность детали может быть проверена этими же калибрами на краску.

Характерная особенность комплексных калибров состоит в том, что они контролируют одновременно весь профиль детали в то время; как элементные калибры могут проверять его только по частям. Несмотря на то, что различных конструкций комплексных и профильных калибров очень много, их можно разделить на отдельные виды. Согласно ГОСТ данная группа калибров делится на калибры шлицевые, калибры для проверки перпендикулярности и параллельности, калибры для проверки симметричности и, наконец, калибры профильные. Многие из существующих конструкций комплексных калибров приведены в табл. 14.

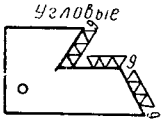
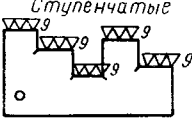
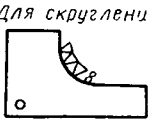
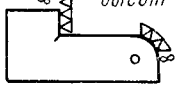
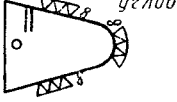
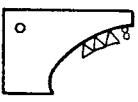
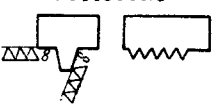
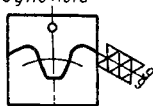
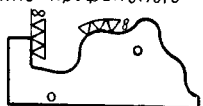
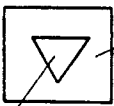
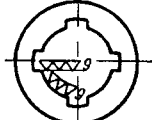
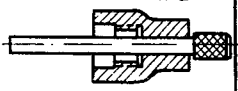
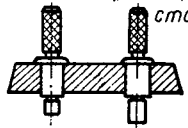
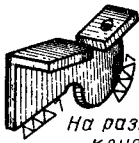
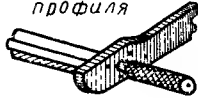
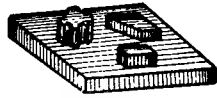
Таблица 13

Конструкции калибров

Наименование	Эскиз и пределы измерений	Назначение	Эскиз промера
Листовые калибры для пазов и отверстий		Проверка шпоночных пазов и диаметров отверстий	—
Скобы предельные для длин		Проверка длины	—
Скобы предельные для высоты, тип А		Проверка высоты	
Скобы предельные для высоты, тип Б		Проверка высоты	
Уступомеры предельные или шаблоны длины		Проверка наружных и внутренних уступов	
Глубиномеры предельные		Проверка глубины пазов и отверстий	
Высотомеры предельные		Проверка выступов цилиндрических и призматических	
Листовые калибры с рисками		Проверка проточек, канавок и прорезей	

Классификация профильных калибров

Таблица 14

Профильные калибры открытого типа		
Угловые 	Ступенчатые 	Для скруглений 
Для скруглений и высот 	Для скруглений и углов 	Для проверки кривых 
Резьбовые 	Модульные 	Сложно-профильные 
Профильные охватывающие калибры		
Полупрошмы  Вкладыш	Прошмы  прошма Вкладыш	Шлицевые 
Комплексные (пространственные) калибры		
 Для проверки перпендикулярности	 Для проверки соосности	 На межцентровые расстояния
 На разметку контура	 На положение профиля	 Контрольный прибор

Контроль поверхности профильными калибрами основан на принципе определения величины «световой щели» между деталью и калибром. Процесс проверки состоит в том, что измерительный профиль калибра прикладывается к профилю детали и по наличию и величине просветов судят о ее годности.

Профильные и комплексные калибры составляют основную массу специального измерительного инструмента, изготавливаемого в инструментальных цехах.

2. ДОПУСКИ КАЛИБРОВ

В производстве взаимозаменяемых деталей не все калибры играют одинаковую роль и имеют не одно и то же назначение.

Для проверки цилиндрических деталей рабочими и контролерами применяются рабочие калибры: проходной Р-ПР и непроходной Р-НЕ. Для приемки изделий заказчиком от завода-поставщика применяются приемные калибры, т. е. изношенные до известных пределов рабочие калибры. Их соответственно обозначают приемный проходной (П-ПР) и приемный непроходной (П-НЕ).

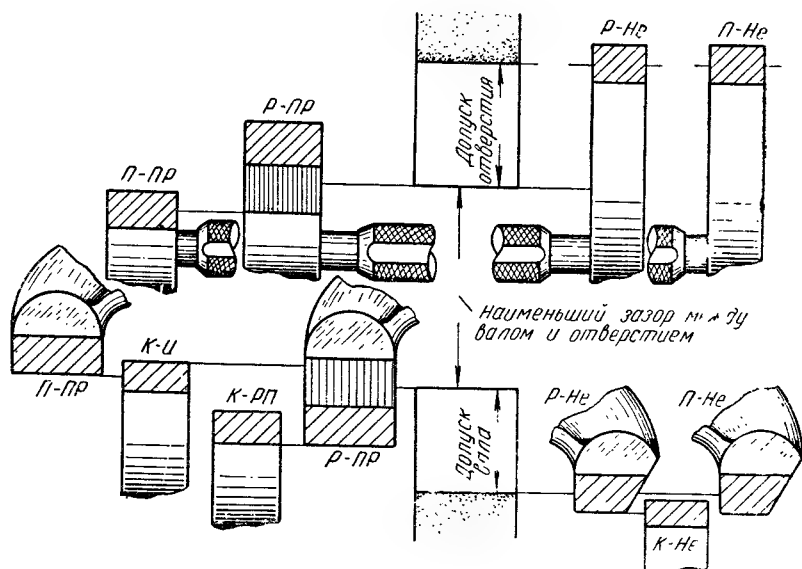
Проверка калибров осуществляется контрольными калибрами. Впереди их условного обозначения всегда стоит буква К, а следующие буквы повторяют название тех калибров, для которых они применяются. Так, например, обозначение К-РП относится к проходному контрольному калибру, предназначенному для контроля вновь изготовленного проходного рабочего калибра; К-НЕ — обозначение проходного контрольного калибра для контроля рабочего непроходного калибра. К-И — это непроходной контркалибр для контроля износа проходной стороны рабочих и приемных калибров. Существуют еще калибры К-П. Это — проходные контркалибры для приемного проходного калибра. Если контркалибр К-П входит в проходные стороны рабочих калибров, то они могут быть переведены в приемные калибры, как достаточно изношенные для этой цели.

Описанный порядок применения калибров установлен системой допусков для предельных калибров по ОСТ. Кроме него данная система устанавливает размеры новых калибров и контркалибров, допуски на их изготовление, размеры, при которых калибры должны браковаться по износу, и схему расположения всех этих величин относительно номинальных размеров производственной детали. Допуски на неточность изготовления калибров обычно задаются так, чтобы тело проходной стороны имело припуск на будущий износ.

Расположение полей допусков для калибров и контрольных калибров по ОСТ дано на фиг. 193. Заштрихованные поля вдоль показывают расположение допусков на износ, а заштрихованные поля наклонно — допуски на изготовление. Как видно из фигуры, допуски на изготовление и большая часть допусков на износ у рабочих калибров-пробок лежат в плюс от номинального размера калибра, т. е. проходная сторона несколько больше, чем наименьший размер отверстия. У калибров-скоб эти допуски располагаются в минус от номинального размера, т. е. скоба несколько меньше, чем наибольший размер вала. Такое расположение допусков увеличивает долго-

вечность калибров при наименьшем отклонении их размеров от номинальных.

Для непроходных калибров допуски на износ не устанавливаются, так как такие калибры не входят в деталь, и, следовательно, изнашиваться не должны.



Фиг. 193. Допуски гладких калибров (схема для классов 1—3).

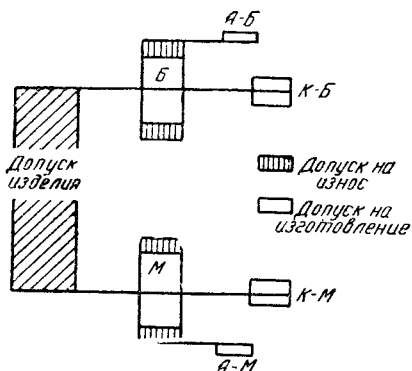
Номинальные размеры калибров определяют по таблицам ОСТ 1010—1015, 1022—1025, 1042—1043 и 1069; числовые же значения допусков на износ и изготовление могут быть взяты из ОСТ 1201—1220.

Несколько по-иному строится система предельных калибров для глубины и высоты детали. Эта система установлена ГОСТ 2534—44. Согласно этой системе, та сторона рабочих предельных калибров, которая соответствует наибольшему предельному размеру, обозначается буквой Б (большая), соответствующая меньшему предельному размеру — буквой М (меньшая).

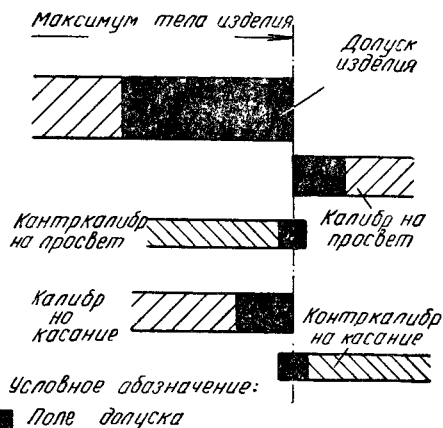
Поля допусков на изготовление и износ (фиг 194) располагаются симметрично относительно предельных размеров детали. Поля, указанные буквами А-Б и А-М, изображают поля допусков калибров, применяемых в спорных случаях. Предельные отклонения всех типов калибров для длины и высоты выбираются из таблиц ГОСТ 2534—44, охватывающих допуски деталей от 4 по 9 классу точности. ГОСТ 2534—44 предусматривает и систему контрольных калибров или выработок, соответственно обозначаемых К-Б и К-М.

Каким же образом устанавливаются допуски на комплексные калибры?

Государственного стандарта системы допусков на комплексные калибры нет и во многих случаях эти допуски устанавливаются в зависимости от условий производства. В последние годы были разработаны соответствующие проекты ГОСТ, которыми и пользуются для назначения допусков.



Фиг. 194 Допуски листовых калибров для длины и высоты.



Фиг. 195 Поля допусков у профильных калибров

Допуски на калибры для перпендикулярности, соосности и для межосевых расстояний устанавливаются по специальным таблицам в зависимости от допуска на детали. Существует 8 рядов точности подобных калибров. Таким же, приблизительно, образом устанавливаются и допуски на шлицевые калибры.

Система допусков на профильные калибры предусматривает допуски для двух видов калибров: для калибров, контролирующих на просвет, и для калибров, контролирующих на касание.

Более распространен первый вид калибров. Калибры первого вида выполняются с профилем обратным профилю детали и признают ее годной, если зазор между профилями изделия и калибра не превышает определенной величины, оцениваемой на глаз или с помощью щупа. Калибрами же, работающими на касание, пользуются следующим образом: их накладывают на деталь и, совмещая профили, сравнивают последние линейкой. Схемы расположения допусков и одного, и другого вида калибров приведены на фиг. 195. Как видно из фигуры, в качестве номинальных размеров калибров служат наибольшие размеры детали. Допуски калибров для контроля на просвет и калибров, работающих на касание, направлены в тело калибра и, следовательно, их знаки (+ или —) противоположны-

ны для каждого из видов калибров, даже в том случае, если калибры предназначаются для одного и того же профиля детали. Величины допусков определяются по таблицам и у линейных и угловых размеров приблизительно равны 10 %, для радиусов 20—40 % допуска детали.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ КАЛИБРОВ

К качеству калибров предъявляются следующие требования:

- а) высокая точность изготовления;
- б) высокая износостойкость;
- в) высокая сопротивляемость коррозии;
- г) постоянство рабочих размеров.

На выполнение последних трех требований оказывает непосредственное влияние материал калибров и его термическая обработка. Материал для измерительного инструмента должен отличаться минимальными деформациями при закалке, способствовать сохранению рабочих размеров калибров при длительном хранении, отличаться высокой сопротивляемостью износу и коррозии, обладать высокой твердостью измерительных поверхностей и, наконец, хорошо обрабатываться, позволяя получать надлежащую чистоту поверхности при шлифовании и доводке.

В той или иной мере описанными свойствами обладают следующие стали, которые широко применяются при изготовлении калибров:

1. Конструкционные стали, подвергаемые цементации, марок 15, 20 (ГОСТ 1051—41), 15Х (ГОСТ 4543—48).

2. Углеродистые инструментальные стали марок У8, У8А, У8ГА, У10, У10А, У10ГА, У12, У12А (ГОСТ 1435—54).

3. Легированные инструментальные стали марок Х, Х12, ХГ (ГОСТ 5950—51).

4. Легированная конструкционная сталь для азотирования марок 35ХЮА и 38ХМЮА (ГОСТ 4543—48).

Первая из перечисленных групп сталей дает высокую поверхностную твердость и мягкую сердцевину, удобную для рихтования инструмента. Тем не менее при закалке инструмента, изготовленного из этих сталей, очень велики деформации, а после изготовления он плохо сопротивляется коррозии. Подобные свойства сталей ограничивают их применение.

Вторая группа сталей также обладает названными недостатками, но несколько в меньшей степени.

Легированные инструментальные стали и в особенности марка ХГ, составляющие третью группу, являются наилучшими для изготовления калибров. Они придают калибрам высокую износостойкость, постоянство размеров и сопротивляемость коррозии.

Наконец, стали четвертой группы отличаются наивысшей износостойкостью и постоянством размеров. Отсутствие деформаций при

термохимической обработке этих сталей позволяет получать чистовые размеры инструмента до азотирования и ограничивать чистовую обработку одной доводкой.

Стали первой группы применяются для листовых калибров несложного профиля, листовых и штампованных скоб, а также инструмента со значительной длиной рабочих частей. Вторая группа — служит для изготовления штихмасов и гладких цилиндрических пробок. Стали третьей группы идут на изготовление резьбовых, сложных, комплексных и других ответственных калибров. Из азотируемых сталей изготавливается самый сложный инструмент и особенно такой, который отличается большой длиной при малом поперечном сечении.

Важными элементами технических требований к калибрам являются соблюдение рабочих размеров, геометрической формы и чистоты поверхностей.

Размеры калибров должны укладываться в допуски на изготовление, установленные соответствующими системами. Погрешности же геометрической формы (овальность, конусность, неперпендикулярность, непараллельность и т. д.) также не могут выходить за пределы, установленные для названных выше рабочих размеров.

Особенно следует отметить, что чистота рабочей поверхности решает оценку качества калибра и чем выше класс чистоты, тем надежнее калибр сопротивляется износу и коррозии. Только этим и объясняется то, что для наиболее точных калибров с малым допуском на износ требования к чистоте рабочей поверхности особенно велики. Если учесть сказанное, то качество отделки рабочих поверхностей должно соответствовать следующим классам чистоты по ГОСТ 2789—51:

а) калибры первого, второго класса точности и посадок A_3 , C_3 и B_3 — $\nabla\nabla\nabla\nabla 12$;

б) калибры четвертого класса точности и посадок X_3 и $Ш_3$ — $\nabla\nabla\nabla\nabla 11$;

в) калибры пятого и более грубых классов точности — $\nabla\nabla\nabla 9$.

Таковы главные требования к качеству калибров.

ГЛАВА II

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕМЕНТНЫХ КАЛИБРОВ

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МАРШРУТ ПРОИЗВОДСТВА

Производственный путь элементных калибров от заготовки до сдачи их на склад готовых изделий или, как говорят, их технологический маршрут сводится к следующему порядку операций.

1. Заготовительная операция. Данная операция состоит в станочной разрезке проката либо в газовой вырезке из него

заготовки, или же в разделке исходного материала и последующей его ковке. Ковка производится только в случае, когда получение нужных очертаний заготовки из проката экономически выгодно, а также и тогда, если не окажется на складе необходимых размеров проката.

2. **Отжиг.** Это нагрев заготовки до определенной температуры, выдержка ее при ней и очень медленное охлаждение вместе с печью. После проведения отжига сталь лучше обрабатывается и становится подготовленной к закалке. Отжиг применяется, главным образом, послековки и газовой вырезки.

3. **Механическая обработка** (точение, расточка, фрезерование или шлифование). При изготовлении крупных и сложных по конструкции калибров данную сумму операции делят на две самостоятельные части: предварительную обработку с припуском 0,5—1 мм и чистовую обработку после предварительной закалки и высокого отпуска при температуре 650—700°. Такое расчленение механических операций на две части с помощью промежуточной термической обработки способствует лучшему результату закалки.

4. **Закалка.** Назначение ее состоит в придании стали более высокой твердости и износостойкости насильственным закреплением структуры высоких температур.

5. **Отпуск.** Назначение этой операции состоит в снижении хрупкости и устранении внутренних напряжений, полученных после закалки.

6. **Правка.** Операция правки производится сразу же после охлаждения заготовки и, преимущественно, в горячем состоянии — при температуре 100—200°. Ее назначение — вернуть детали форму, которую она имела до термической обработки.

7. **Очистка.** Эта операция выполняется либо путем кипячения деталей в растворах соды или поташа, либо в пескоструйной камере.

8. **Шлифование.** Выполняется в местах, указанных чертежом и технологическим процессом. Если калибры имеют центровые отверстия, выполнение операции должно начинаться с шлифования этих элементов конструкции.

9. **Искусственное старение.** Старение представляет операцию, создающую постоянство размеров калибров при их хранении и эксплуатации путем продолжительной выдержки калибров в масле, нагретом до невысоких температур.

10. **Доводка.** Назначение доводки состоит в придании рабочим поверхностям калибра точных размеров и формы, а также высокой степени чистоты поверхности.

11. **Маркирование.** Маркирование калибров производится на гравировальном станке или с помощью электрографа.

12. **Приемка.** Приемка калибров осуществляется по размерам и наружному осмотру в соответствии с требованиями чертежа и технических условий на их изготовление.

13. Антикоррозийное покрытие и упаковка. Эти операции заканчиваются технологический процесс изготовления калибров и они становятся пригодными для длительного хранения и транспортировки.

Описанный маршрут технологического процесса находит применение только тогда, когда материалом для изготовления калибров служат инструментальные углеродистые и легированные стали.

При изготовлении калибров из цементируемых сталей технологический маршрут может быть следующим: заготовительная операция, ковка, нормализация, механическая обработка, цементация, закалка, отпуск, правка или рихтование, очистка, искусственное старение, шлифование, доводка, маркирование, приемка, антикоррозийное покрытие и упаковка.

Применение сталей четвертой группы, сопровождающееся азотированием почти готовых калибров, значительно упрощает технологический маршрут. В этом случае порядок операций будет таким: заготовительная операция, ковка, нормализация, механическая обработка, включая и шлифование, азотирование, доводка, маркирование, приемка, антикоррозийное покрытие и, наконец, упаковка.

2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАЛИБРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДИАМЕТРОВ ОТВЕРСТИЙ

Выполнение самых ответственных операций по изготовлению неполных калибров-пробок и штихмасс производится слесарем-инструментальщиком. Схема технологического процесса производства неполной пробки дается в табл. 15.

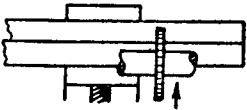
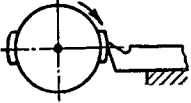
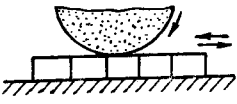
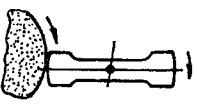
Доводка неполных пробок ведется в слесарных тисках плоским притиром, которому сообщают качательное движение по дуге. Для предварительной доводки применяется электрокорундовый микропорошок М10—М14 в смеси с керосином, а для окончательной — тонкая паста ГОИ, нанесенная на стеклянный притир. Операция считается правильно выполненной, если размеры пробки, измеренные в трех равномерно расположенных диаметральных сечениях, находятся в пределах допуска.

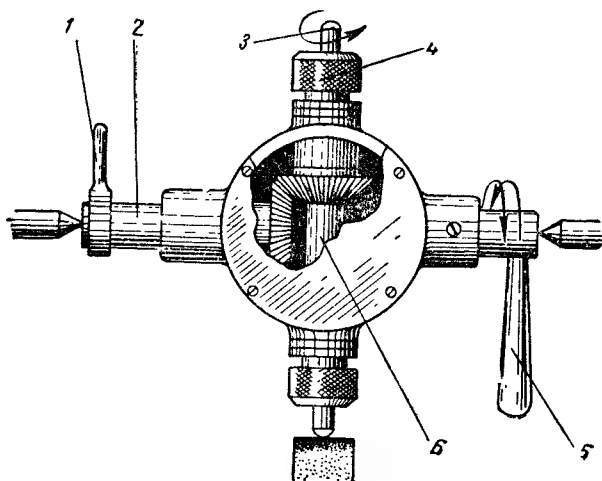
Штихмасы лучше всего готовить из холоднотянутой калиброванной стали соответствующего диаметра. В этом случае технологический процесс ограничивается отрезкой стали по длине, обточкой торцов по сфере, термической обработкой, шлифованием, доводкой торцов и заканчивается маркировкой готового калибра.

Наибольшую сложность при изготовлении штихмаса представляют операции шлифования и доводки торцов. Прошлифовать торцевые поверхности штихмаса можно на круглошлифовальном станке, применив специальное приспособление (фиг. 196). Продольная ось приспособления получает постоянное движение от шпинделя станка

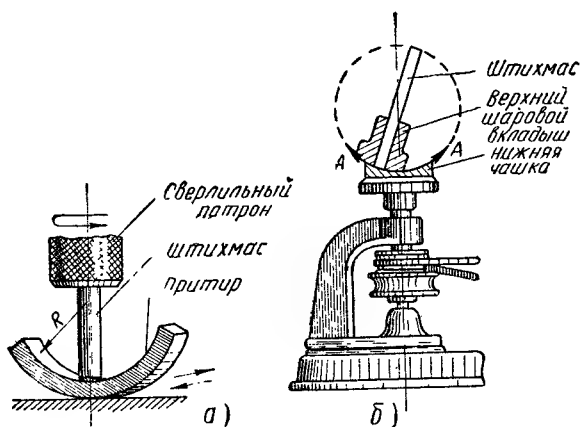
Таблица 15

Схема изготовления гладких неполных пробок

№ операции	Наименование операции	Эскиз	Припуск под последующую операцию в мм
1	Строгание прутка		0,4—0,6
2	Разрезка		1,2—2,0
3	Фрезерование по контуру		—
4	Сверление и центрование по разметке		—
5	Обточка		0,4—0,6
6	Термическая обработка		—
7	Шлифование плоскостей		—
8	Шлифование по размеру		0,004—0,006
9	Доводка		—

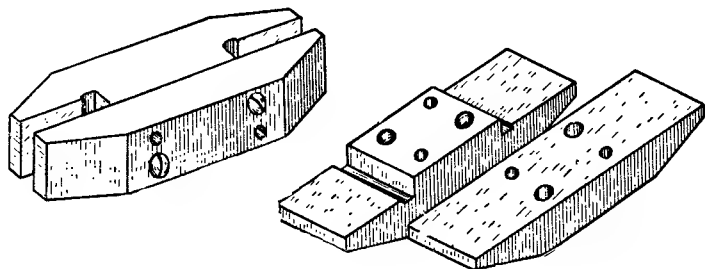


Фиг. 196 Приспособление для шлифования штихмасов.



Фиг. 197 Доводка штихмасов

через поводок 1. Сообщенное, таким образом, вращательное движение втулке и конической шестерне 2 передается другой втулке с шестерней 6 и закрепленному в ней при помощи патрона 4 штихмасу 3. Качательные движения штихмаса, необходимые для осуществления процесса шлифования, производятся вручную рукояткой 5.



Фиг. 198. Составные скобы малых размеров.

Шлифование штихмасов выполняется с припуском на последующую обработку от 0,02 до 0,04 мм на диаметр, устраняемым доводкой. Наиболее распространенные способы доводки приведены на фиг. 197. Первый из них осуществляется на сверлильном станке притиром, представляющим внутреннюю часть разрезанного чугуного кольца и имеющим диаметр, равный удвоенному радиусу сферы штихмаса. Во время доводки штихмас должен быть зажат в патроне и получать круговое движение от шпинделя станка, а притир перемещаться, как указано стрелками на фиг. 197, а.

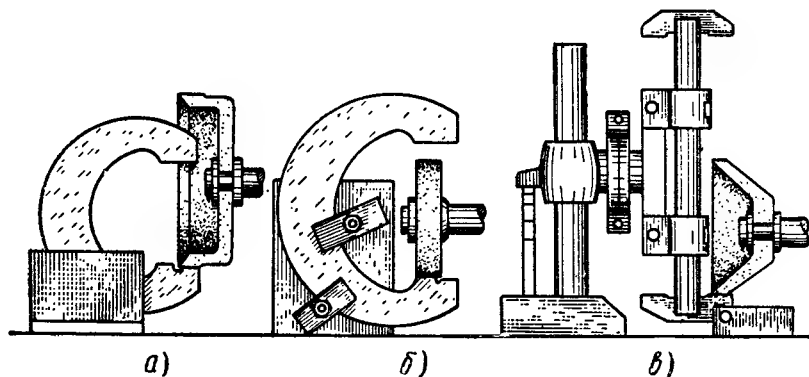
Второй способ доводки (фиг. 197, б) является более совершенным и осуществляется сферическим чашечным притиром, изготовленным также из чугуна. В верхнем шаровом вкладыше доводочного приспособления сделано отверстие, равное диаметру стержня штихмаса. При доводке нижняя чашка вращается вокруг вертикальной оси, а верхний вкладыш медленно перемещается в направлении стрелок А.

3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАЛИБРОВ-СКОБ

В инструментальном цехе скобы преимущественно изготавливаются из листовой стали. Технологический процесс их производства мало чем отличается от приведенного в начале этой главы маршрута и не представляет особого интереса, за исключением операций по изготовлению скоб для диаметров менее одного миллиметра, а также операций шлифования и доводки зева.

Зев скобы для малых размеров, как правило, прорезается вулканитовым шлифовальным кругом формы Д. Это довольно сложная и трудоемкая операция. Между тем и дальнейшая обработка зева **таких** скоб представляет серьезную трудность, а поэтому их стара-

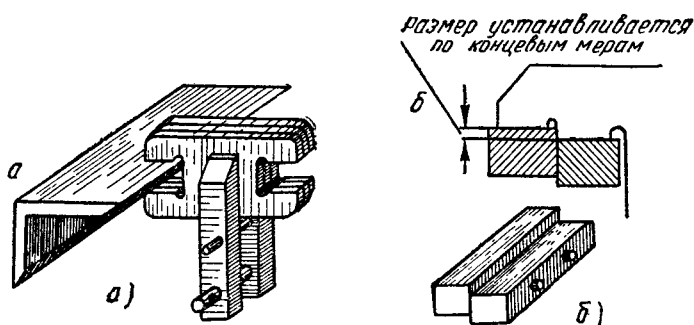
ются делать составными (фиг. 198). Каждая половина составной скобы легко шлифуется на станке, доводится на обычном плоском притире и собирается.



Фиг. 199. Шлифование скоб:

а — чашечным кругом; б — плоским кругом; в — шлифование трубчатой скобы.

Шлифование зева широко применяется в настоящее время в инструментальных цехах заводов, что значительно сокращает трудозатраты на доводку. Шлифование осуществляется на плоскошлифовальном станке с горизонтальной осью шпинделя абразивными кругами форм С, ПП и, в некоторых случаях, форм ЧЦ и ЧК. Встречающиеся в производстве случаи шлифования скоб показаны на фиг. 199.



Фиг. 200. Доводка скоб

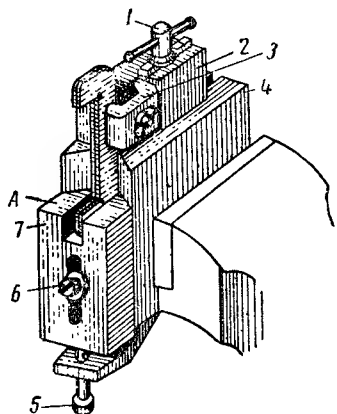
Несколько сложнее доводка скоб, так как механическая доводка их даст худшие результаты, чем ручная и после нее неизбежно ручное полирование. Также не дают положительных результатов и различные приспособления для доводки на токарных и других станках, как не обеспечивающие высокого качества поверхности. Поэто-

му при изготовлении этого инструмента преобладает слесарная доводка.

Слесарная доводка производится на хорошо отшлифованном притире из мелкозернистого чугуна. Перед доводкой (фиг. 200, а) комплект скоб скрепляется струбциной, а притир устанавливается в тисках. Во время доводки скоба ритмичными, возвратнопоступательными движениями перемещаются по плоскости притира. Такая

доводка может осуществляться и на притире для совместной обработки проходного и непроходного размеров односторонних скоб (фиг. 200, б). Размер между его притирочными поверхностями устанавливается по концевым мерам длины и фиксируется винтами.

Хорошую геометрическую форму рабочих плоскостей скоб и их взаимную параллельность обеспечивает приспособление, показанное на фиг. 201. На корпусе 4, зажатом в слесарные тиски, перемещается винтом 5 и устанавливается на заданную высоту плоскость А призмы 7. Будучи закреплена винтом 6, эта плоскость служит копиром для доводки одной из сторон скобы, закрепленной планкой 3 в державке 2. Закопчив доводку одной стороны



Фиг. 201 Приспособление для доводки скоб.

зева, раскрепляют винт 1 и, повернув державку 2 на 180°, вновь закрепляют ее на корпусе. Чтобы произвести доводку второй стороны зева, оказавшейся теперь внизу, призму 7 устанавливают по высоте по концевым мерам от первой стороны зева.

При предварительной доводке скоб пользуются электрокорундовыми микропорошками М20—М28, при окончательной — М14. Полирование ведется тонкой пастой ГОИ, нанесенной на стеклянный притир.

4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАЛИБРОВ ДЛИНЫ И ВЫСОТЫ

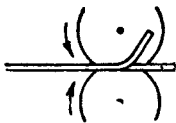
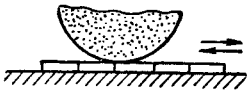
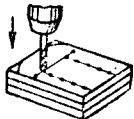
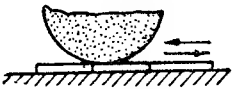
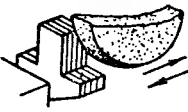
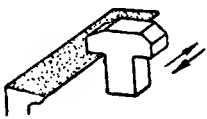
Производство листовых калибров для линейных размеров деталей мало чем отличается от изготовления листовых скоб. Поэтому вполне достаточно ограничиться ссылкой на схему технологического процесса таких калибров (табл. 16) и сделать некоторые замечания о его особенностях.

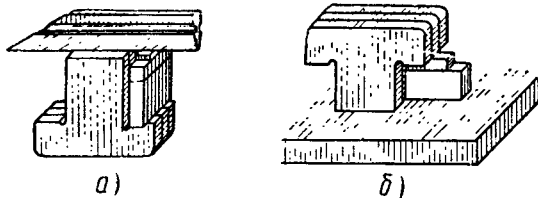
Эти особенности связаны с выполнением операций измерения и доводки.

Проверка размеров калибров для измерения длины уступов (фиг. 202) ведется при помощи блоков концевых мер и лекальной линейки по методу световой щели (фиг. 202, а) или же на контроль-

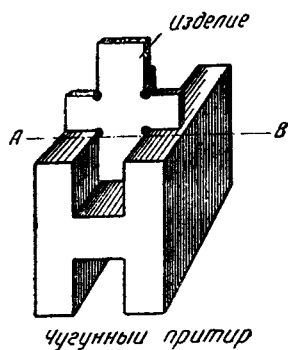
Таблица 16

Схема технологического процесса листовых калибров

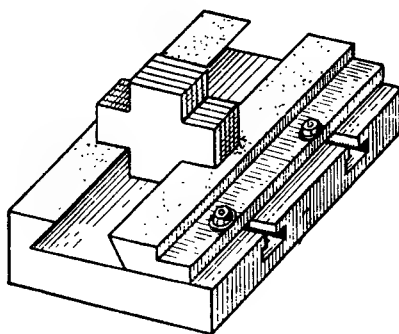
№ операции	Наименование операции	Эскиз	Припуск под последующую операцию в мм
1	Вырезка заготовки		4—5
2	Правка		0,5—1,0
3	Шлифование плоскостей		0,2—0,4
4	Разметка		—
5	Сверление		—
6	Фрезерование по контуру		—
7	Термическая обработка		—
8	Шлифование плоскостей		—
9	Шлифование рабочих размеров		—
10	Доводка		—



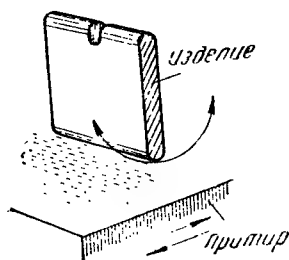
Фиг. 202 Проверка уступомера.



Фиг. 203 Доводка высотомера.



Фиг. 204 Раздвижной притир.



Фиг. 205 Доводка калибра для измерения длины шпоночного паза.

ной плите при помощи такого же блока на его вхождение между плитой и измерительной плоскостью (фиг. 202, б).

Особенности процесса доводки вытекают из конструкции калибров этого типа. Так, например, у высотометров поверхности *A* и *B* (фиг. 203) должны представлять продолжение одной и той же плоскости. Приведение плоскостей *A* и *B* к одной плоскости достигается доводкой калибров на специальных чугунных притирах с вырезом, показанным на этой фигуре, или же на универсальных регулируемых притирах (фиг. 204).

Другая особенность доводки выявляется при изготовлении калибров для измерения длины шпоночных пазов. Такие калибры характерны тем, что их рабочие поверхности представляют собой часть цилиндрической поверхности, образованной радиусом, величина которого меньше половины измеряемого размера. Поверхности этих калибров доводятся на плоских чугунных притирах (фиг. 205) продольными возвратно-поступательными перемещениями с одновременным поворотом калибра вперед и назад по дуге.

ГЛАВА III

ПРОИЗВОДСТВО КОМПЛЕКСНЫХ КАЛИБРОВ

1. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПЛЕКСНЫХ КАЛИБРОВ

Еще недавно слесарю приходилось выполнять почти все операции по изготовлению калибров, начиная от заготовки и кончая отделочными работами. При такой технологии производства квалифицированный слесарь-инструментальщик выполнял работы и малой, и высокой квалификации. Таким образом, высокая квалификация слесаря использовалась неполностью, а выполнение ряда трудоемких работ вручную делало труд малопродуктивным.

Этот технологический процесс имел немало и других существенных недостатков. Главным из них являлось то, что между обработкой под доводку и процессом доводки калибр подвергался термическим операциям, вызывавшим его деформацию. Это заставляло увеличивать припуски на доводку и замедляло процесс обработки калибров, а также увеличивало их стоимость.

Стремление снизить стоимость обработки калибра заставляло слесаря обрабатывать незакаленные калибры возможно ближе к окончательным размерам профиля. Это приводило часто к тому, что припуски на доводку оказывались недостаточными и деталь шла в брак. Чтобы не допустить этого, слесарь рихтовал калибр, натягивая металл в местах, на которых были не выведены следы предыдущей обработки, что неизбежно ухудшало эксплуатационные качества калибра.

Дальнейшее развитие инструментального производства привело к выделению из общего объема слесарных работ заготовительных и механических операций, выполняемых до закалки. Однако такие трудоемкие операции, как например, чистовая обработка профиля калибра продолжали выполняться вручную. Борьба за высокую производительность труда в народном хозяйстве на базе широкой механизации ручных операций вконец изменила и характер технологических процессов производства комплексных калибров. Новые технологические процессы отличаются широким применением в процессе изготовления сложных калибров таких методов обработки, как:

а) точное фрезерование и расточка отдельных элементов, а также профиля в целом, на координатных сверлильно-разметочных или фрезерных станках повышенной точности;

б) шлифование профилей калибров на плоскошлифовальных, оптических профишлифовальных и координатных разметочно-шлифовальных станках;

в) механизация доводочных работ.

Механизация резко изменила технологические процессы производства калибров и в несколько раз сократила время на их изготовление. Сравнение двух технологических процессов (ручного и механизированного) для различных типов калибров дано в табл. 17.

Таблица 17

Сравнение ручного и механизированного процесса обработки профиля комплексного калибра

Характеристика обрабатываемых калибров	Порядок обработки при технологическом процессе	
	ручном	механизированном
Термически необработанные с пределом точности не выше 0,05 мм	Фрезерование Слесарная	Фрезерование Точное фрезерование
Неточные термически обработанные с пределом точности не выше 0,08 мм	Фрезерование Слесарная Термическая Зачистка профиля	Фрезерование Точное фрезерование Термическая Зачистка профиля
Средней точности термически обработанные с пределом точности не выше 0,02 мм	Фрезерование Слесарная Термическая Доводка	Фрезерование Термическая Профильное шлифование

Таблица 17 (окончание)

Характеристика обрабатываемых калибров	Порядок обработки при технологическом процессе	
	ручным	механизированном
Точные термически обработанные с пределом точности не выше 0,01 мм	Фрезерование Слесарная Термическая Доводка Полирование	Фрезерование Термическая Шлифование Полирование
Весьма точные термически обработанные с точностью выше 0,01 мм	Фрезерование Слесарная Термическая Доводка Чистовая доводка Полирование	Фрезерование Термическая Шлифование Чистовая доводка Полирование

Механизированный технологический процесс позволяет расчленить процесс обработки на такие операции, выполнение которых удобно возложить на рабочих более узких профессий, чем профессия слесаря-инструментальщика или же слесаря-лекальщика.

В заключение нужно отметить, что процесс изготовления комплексных калибров мало чем отличается от того технологического процесса, схема которого была приведена в предыдущей главе, посвященной производству элементных калибров. Поэтому остановимся на описании только тех вопросов, которые связаны с образованием рабочего профиля комплексных калибров.

2. ОБРАЗОВАНИЕ ПРОФИЛЯ НЕЗАКАЛЕННОГО КАЛИБРА

Процесс образования профиля комплексного калибра может иметь три различных технологических варианта:

1 вариант — образование профиля на обычных станках, слесарная обработка, термическая обработка, доводка;

2 вариант — образование профиля на обычных станках, точное фрезерование и расточка, термическая обработка, доводка;

3 вариант — образование профиля на обычных станках, термическая обработка, шлифование профиля, доводка.

Какой вариант лучше? Поскольку первый вариант представляет схему ручного, немеханизированного технологического процесса, он должен быть безоговорочно отвергнут, если имеется оборудование, необходимое для работы по 2 и 3 вариантам. Второй вариант технологического процесса, как более производительный, значительно лучше первого. Тем не менее и он не лишен существенного недостатка, состоящего в том, что между доводкой и предшествующей ей обработкой деталь подвергается закалке. Такая схема расположения

операций вызывает необходимость в оставлении большого припуска на последующую доводку, как известно, операцию и без этого трудоемкую. Все это делает третий вариант — механизированный процесс образования профиля комплексных калибров — наилучшим.

Ограничившись изложением общих достоинств и недостатков различных маршрутов технологического процесса образования профиля, перейдем к описанию наиболее производительных и точных способов обработки профиля и его элементов.

Итак, если оставить в стороне описание механической обработки профиля на станках обычной точности, не представляющей никакой сложности и хорошо известной читателям, то наибольший интерес среди операций по изготовлению комплексных калибров до их термической обработки представляют точная обработка на станках и процессы, связанные с обработкой криволинейных элементов.

Точная обработка профилей незакаленных калибров производится на координатных разметочно-сверлильных станках сочетанием расточных и фрезерных операций. Как известно, такие станки позволяют производить весьма точные перемещения рабочего стола относительно шпинделя по прямоугольным координатам, а при помощи дополнительного круглого стола делать точные угловые повороты. Использование этих особенностей станков дает возможность получения точных профилей, состоящих из прямых линий и дуг окружностей.

Точное фрезерование ведется цилиндрической поверхностью концевых фрез с тщательно и острозаточенными зубьями. Работа выполняется в два прохода, причем для второго прохода оставляется припуск, равный всего 0,05—0,08 мм. Общий припуск на оба прохода не должен превышать одного миллиметра. При этих условиях точность калибра, полученная после фрезерования, достигает 0,03 мм.

С несколько худшими результатами точное фрезерование может выполняться и на обычных фрезерных станках. Для этой цели выбирается наиболее точный вертикально-фрезерный станок с массивным столом, особо проверяется на точность и оснащается упорами для перемещения стола по индикатору и блокам концевых мер. Фрезерование и расточка ведутся так же, как и на координатных станках.

Преимущества точной обработки незакаленных калибров будут в полной мере оправданы только в том случае, если при закалке деформации калибра будут минимальными. Для этой цели калибры должны быть изготовлены из малодеформирующихся инструментальных сталей марок Х и ХГ и после предварительной механической обработки пройти предварительную термическую обработку — закалку с высоким отпуском.

Изготовление комплексных калибров с криволинейными элементами рабочего профиля считается одной из самых сложных работ. Поэтому целесообразнее всего при образовании криволинейной поверхности использовать соответствующие автоматические движения станков, главным образом, круглошлифовального, координатного

разметочно-сверлильного или токарного станка. При этом оказывается, что даже такие кривые, как часть окружности, эллипс, парабола, гипербола, эвольвента и спираль могут быть получены механическим путем на самых обыкновенных станках.

Дуга окружности определенного радиуса почти во всех случаях получается обработкой профиля калибра или контркалибра, или же притира на токарном или круглошлифовальном станке. Способ образования внутренних дуг окружностей профиля калибра путем механической обработки показан на фиг. 206. В частности на фиг. 206, *а* изображен способ получения отверстия в пластинке с последующей ее разрезкой, на фиг. 206, *б* — рациональный способ получения наружного участка дуги на контркалибре, на фиг. 206, *в* — образование дугового участка выработки, и, наконец, на фиг. 206, *г* — образование соответствующих участков на притире.

Получение профиля, представляющего более сложные кривые, значительно труднее, но также может быть осуществлено путем механической обработки. Это и показано на фиг. 207. Изображенное на фиг. 207, *а* приспособление применяется для образования параболического профиля. Оно представляет собой коническую оправку для установки калибра перпендикулярно образующей конуса на заданном расстоянии от его вершины. Калибр помещается в оправку, а оправка крепится между упорными центрами круглошлифовального станка. После шлифования калибра параллельно образующей конуса деталь получает очертание заданной параболы.

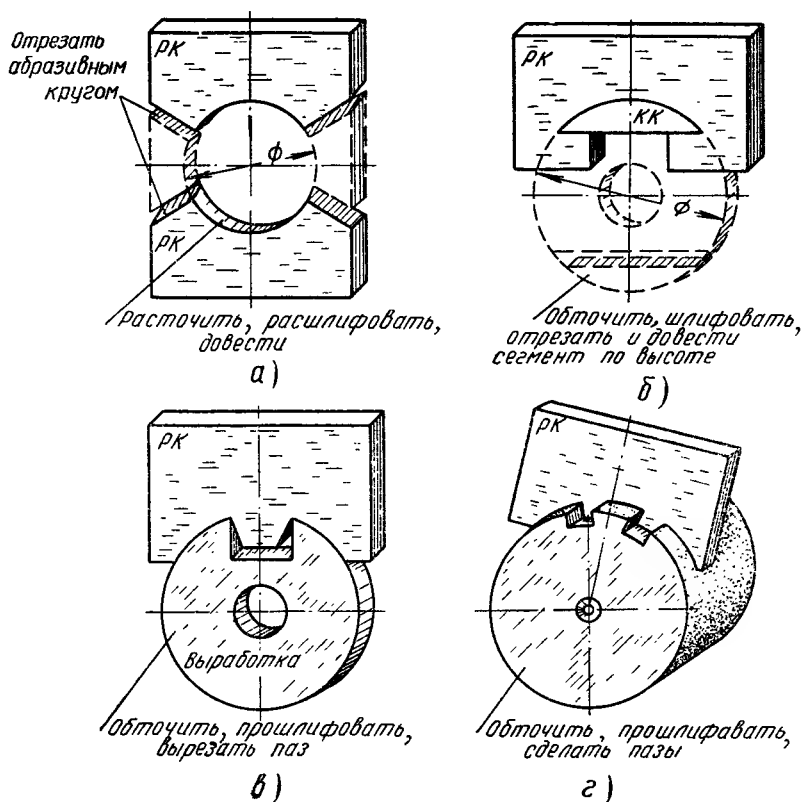
Аналогично, только меняя соответствующим образом элементы конической части оправки и угол наклона ее опоры по отношению к оси оправки, получают другие профили (фиг. 207, *б*), представляющие различные сечения конуса плоскостью: эллипс или гиперболу.

Говоря о технологическом процессе образования профиля калибров под закалку, было бы неправильно не указать, что слесарная обработка профиля для некоторых комплексных калибров все еще имеет широкое применение в производстве. О способах и приемах ее выполнения было подробно рассказано в четвертом разделе книги.

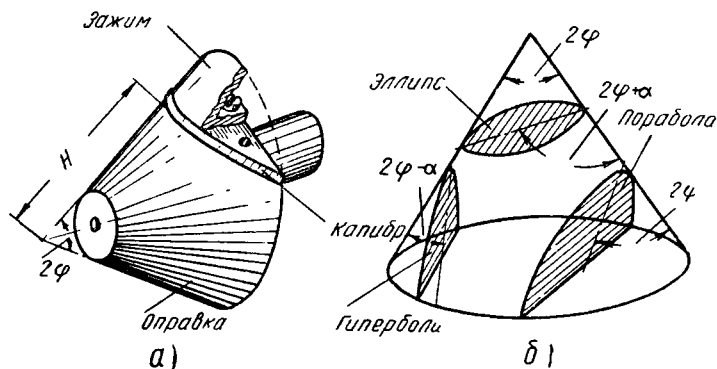
3. ОБРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫХ КАЛИБРОВ ПОСЛЕ ЗАКАЛКИ

Большинство комплексных калибров подвергается термической обработке: закалке, отпуску, старению. Остаются незакаленными только такие калибры, назначение которых состоит в контроле небольшой серии деталей или такие, которые в процессе эксплуатации не соприкасаются своей поверхностью с деталью, а следовательно и не изнашиваются.

Значительная часть калибров после закалки имеет измененную форму. Чтобы восстановить их первоначальную форму, калибры правят. Ручная правка закаленных калибров называется рихтованием. Сущность этого процесса состоит в том, что со стороны вогну-



Фиг. 206. Образование профилей, представляющих часть окружности.



Фиг. 207. Обработка профилей, представляющих конические сечения.

той части деформированного калибра (фиг. 208) с помощью острого носка рихтовального молотка наклепывают металл, растягивая его до такого состояния, при котором калибр примет свою первоначальную форму. Рихтование ведется на выпуклой стальной поверхности. Такой, несколько не обычный, выбор поверхности опоры для рихтования объясняется тем, что если производить удары по закаленному калибру, лежащему на плоской поверхности, то при волнистости рихтуемой поверхности создается опасность ударов по ее выпуклым местам, а такие удары приводят к трещинам и поломке калибров. Удары молотка должны быть легкими, но постепенно усиливающимися к середине и ослабевающими к краям.

При наличии изгиба по профилю калибра в направлении, указанном на фиг. 209, а, его снова помещают на рихтовальную плиту и наносят легкие удары в местах, отмеченных на этой фигуре. Чтобы сохранить прямолинейность калибра по плоскостям, удары следует производить равномерно, как с одной, так и с другой стороны калибра. В случае, если изгиб произошел в направлении, указанном на фиг. 209, б, удары следует наносить ближе к профилю. Тогда металл растянется у рабочего профиля и поверхности 1 и 2 станут прямолинейными.

Часто бывает, что калибр после закалки получает сложную деформацию, при которой искривлены и его профиль, и его плоскости. В этом случае сначала выправляются плоскости, а затем рихтуется профиль.

Несмотря на широкое применение рихтования, следует всячески избегать этой операции потому, что удары рихтовального молотка создают вредные напряжения в материале калибра, которые нарушают постоянство его размеров в эксплуатации. Особенно недопустимо рихтование контрольных калибров. В связи с этим, необходимо напомнить, что в большинстве случаев избежать рихтования можно следующими мерами:

а) изготовлением калибров из малодеформирующихся инструментальных сталей марок Х и ХГ или сталей для азотирования;

б) введением в технологический процесс операций предварительной термической обработки (закалки с последующим отпуском при высоких температурах), снижающих величину деформаций при окончательной термической обработке;

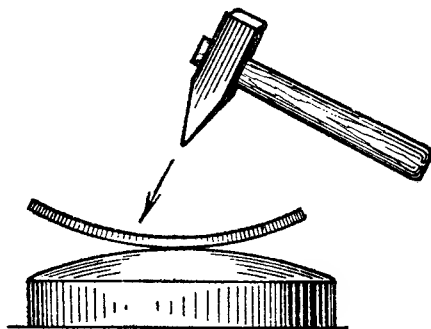
в) введением операции профильного шлифования перед доводкой.

Если рихтование окажется все же неизбежным, то его следы должны быть тщательно удалены в следующей операции. Это делается для того, чтобы след от малейшего удара по калибру в процессе эксплуатации был ясно виден; если обнаружены следы таких ударов, калибр должен быть подвергнут немедленной проверке. Следы рихтования удаляют шлифованием рихтованных поверхностей.

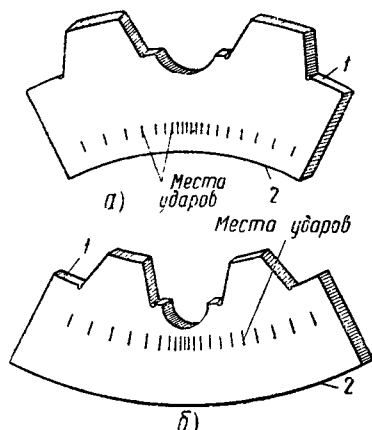
После обработки нерабочих плоскостей закаленных калибров последние собираются в пакеты и в таком виде их профиль подвер-

гается дальнейшей обработке, главными операциями которой являются профильное шлифование и доводка или же только доводка.

Основные методы получения профилей были уже рассмотрены. Поэтому нет необходимости останавливаться на описании этих операций. Разберем лишь конкретный пример обработки многоэлементного профиля.



Фиг. 208. Рихтование калибра, деформированного по плоскостям.

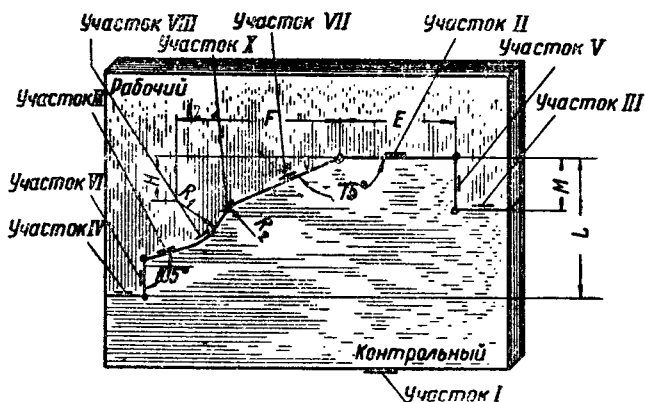


Фиг. 209. Места ударов при рихтовании.

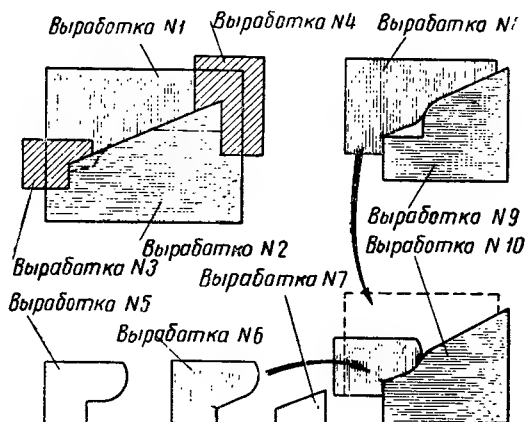
Калибр и его контрольный калибр изображены на фиг. 210. Образование их профиля следует начать с контркалибра, имеющего выпуклый профиль и поэтому легче поддающегося обработке. Сложность профиля этого комплекта калибров заставляет создать надежную технологическую базу, получаемую в виде участка (стороны) *I*, с которого и начинается обработка контрольного калибра. Создание базы на участке *I* позволяет перейти к последовательной обработке параллельных ей участков *II*, *III* и *IV*. В процессе работы выдерживается строгая параллельность их участку *I* и соответствие размерам *M* и *L* по микрометру.

В следующих переходах обрабатываются участки *V* и *VI* в размер *K*. Величина *K* проверяется универсальными средствами или же выработкой № 1 (фиг. 211), изготовленной для выполнения дальнейших переходов по обработке наклонной стороны профиля. Этот участок профиля, помеченный на фиг. 210 цифрой *VII*, требует обязательного применения выработки № 1, поскольку размер *E* и соответствующий наклон участка могут быть получены только при ее помощи. Изготовление выработки № 1, в свою очередь, невозможно без выработки № 2, изготавливаемой по выработкам № 3 и № 4 (см. фиг. 211).

Закончив обработку семи прямолинейных участков контркалибра, переходят к последовательной обработке еще более сложных участ-



Фиг. 210. Комплект профильных калибров.



Фиг. 211. Схема выработок для обработки контркалибра.

Фиг. 212. Конструкция выработки для рабочего калибра.



ков VIII, IX и X. Для их обработки необходимы выработки № 5, 6, 7, 8, 9 и 10. Выработка № 5 координирует положение R_1 (участок VIII) на контркалибре и позволяет вести обработку радиуса независимо от соседних участков профиля. Выработка № 6 служит для обработки участка IX и согласования его положения с положением участка VIII. Выработка № 7 при изготовлении контрольного калибра играет вспомогательную роль, поскольку применяется только для обработки профиля вспомогательного калибра № 6.

Для образования участка X, где необходимо обработать R_2 , сопрягающий дугу, выполненную по радиусу R_1 , с наклонным участком VII, требуется выработка № 8. Однако ее изготовить довольно сложно и для нее, в свою очередь, потребуется вспомогательный калибр № 8.

Для окончательной обработки профиля выработки № 8 нужен еще один вспомогательный калибр № 10, изготовление которого ведется по выработке № 6.

Таким образом для изготовления профиля контркалибра требуется 10 различных вспомогательных калибров. После того, как готов контркалибр, приступают к выполнению профиля калибра. Для его изготовления, кроме контрольного калибра, потребуются еще одна выработка № 11 (фиг. 212) и изготовленные ранее выработки № 7, 9 и 10 (см. фиг. 211). Схема конструкции вспомогательного калибра для рабочего калибра ясна из фиг. 212.



ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Алексеев, А. И. Розин, Инструментальное дело, Машгиз, 1952.
2. А. И. Барсов, Технология режущего инструмента, Машгиз, 1952.
3. Е. А. Белецкий, К. С. Харченко, Оптические профилесплифовальные станки, Машгиз, 1951.
4. Е. А. Белецкий, К. С. Харченко, Современные методы механизации лекального производства, Машгиз, 1949.
5. И. В. Белков, Высокопроизводительные методы изготовления приспособлений, Машгиз, 1951.
6. Г. И. Бернадский, Д. И. Судакович, Пневматический ручной инструмент, Машгиз, 1952.
7. Х. Л. Болотин, Ф. П. Костромиц, Конструирование станочных приспособлений, Машгиз, 1956.
8. А. М. Ведмидский, Технология производства точных измерительных приборов, ч. I—II, Машгиз, 1950, 1953.
9. Г. К. Горанский, Заточка и доводка инструментов для скоростного резания, Госиздат БССР, 1953.
10. В. М. Горелов, Резание металлов, Машгиз, 1953.
11. Д. А. Горбенко, В. Н. Федоров, Справочник слесаря, Трудрезервиздат, 1954.
12. П. П. Загребский, К. С. Харченко, Слесарь-лекальщик, Машгиз, 1955.
13. Б. М. Зинко, Г. А. Прейс, Слесарносборочный инструмент, Машгиз, 1952.
14. Из опыта иноваторов-инструментальщиков ленинградских заводов (сборник статей), Машгиз, 1951.
15. Б. А. Колчин, Техника обработки металла в древней Руси, Машгиз, 1953.
16. Б. С. Коршунов и С. П. Могузов, Заточка и доводка твердосплавного инструмента, Машгиз, 1951.
17. Д. А. Локтев, Металлорежущие станки для производства инструмента, Машгиз, 1954.
18. Б. М. Малкин, Механизация при шлифовании фасонных деталей, Машгиз, 1954.
19. А. А. Панов, Абразивные инструменты, Машгиз, 1948.
20. А. И. Погумирский, Б. П. Каверин, Производственный чертеж, Государственное издательство технико-теорет. литературы, 1953.
21. И. А. Рабинович, Шлифование плоскостей и плоскошлифовальные станки, Машгиз, 1950.
22. А. И. Розин, Слесарь-лекальщик, Машгиз, 1953.
23. С. А. Рычин, Пневматические инструменты, Судпромгиз, 1953.
24. Н. П. Соболев, Станки точной индустрии, Оборонгиз, 1953.
25. Справочник инструментальщика, т. II, Машгиз, 1949.
26. Д. И. Судакович, Г. И. Бернадский, Справочник по механизированному ручному инструменту, Машгиз, 1954.

27. М. А. Толстов, Пневматические и пневмогидравлические приспособления, Машгиз, 1956.
 28. Н. К. Топорков, Механизация лекальных работ, Машгиз, 1948.
 29. И. Е. Тутов, Металловедение. Пособие для квалифицированных рабочих, Машгиз, 1954.
 30. В. Н. Федоров, А. В. Федоров, Производство и ремонт штампов и приспособлений, Трудрезервиздат, 1950.
 31. Б. И. Цесарский, Конструирование и производство штампов, Машгиз, 1951.
 32. В. И. Черкашин, Передовые методы лекальных работ, Машгиз, 1951.
 33. Д. П. Чехматаев, Технология контрольно-измерительного инструмента и измерительных приборов, ОНТИ, 1938.
 34. А. М. Чугунов, Слесарно-лекальное мастерство, Машгиз, 1956.
 35. М. Я. Шегал, Доводка измерительных инструментов, Машгиз, 1947.
 36. С. М. Шифрин, Шлифование металла, ЦБТИ МСС, 1949.
-

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
--------------------	---

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Глава I. Квалификация слесаря и производительность труда	6
1. Профессия слесаря-инструментальщика	6
2. Источники высокой производительности	7
3. Рабочее место и его оснащение	11
Глава II. Производственные чертежи	14
1. Понятие о чертеже детали	14
2. Сечения и разрезы на чертеже	18
3. Условные обозначения в чертежах	20
4. Как прочитать чертеж	22
Глава III. Технологический процесс	24
1. Что такое технологический процесс	24
2. Составные части технологического процесса	25
3. Выбор базы	26
4. Технологические припуски	29
5. О технологической дисциплине	30
Глава IV. Производственные допуски	31
1. Принцип взаимозаменяемости	31
2. Как достигается взаимозаменяемость деталей	32
3. Стандарты допусков и посадок на диаметральные размеры	34
4. Допуски других элементов	40
5. Чистота поверхности и ее оценка	41
Глава V. Материалы, применяемые в инструментальном производстве	43
1. Железо, чугун, сталь	43
2. Виды и марки сталей	45
3. Инструментальные стали	47
4. Прочность и твердость металла	49
5. Термическая и химико-термическая обработка стали	53
6. Твердые сплавы и минералокерамика	56
7. Как можно определить марку и свойства металлов на рабочем месте	58

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ИНСТРУМЕНТ СЛЕСАРЯ

Глава I. Режущий инструмент	61
1. Как устроена режущая часть инструмента	61
2. Ручной режущий инструмент	67
3. Станочно-ручной режущий инструмент	72
Глава II. Абразивный инструмент	78
1. Что такое абразивный инструмент	78
2. Паспорт абразивного инструмента	82

3. Форма и размеры абразивного инструмента	85
4. Шлифовальные порошки и пасты	86
5. Шлифовальные шкурки	88
Глава III. Механизированный инструмент	89
1. Виды механизированного инструмента	89
2. Как устроен пневматический двигатель	90
3. Пневматический инструмент	91
4. Электрифицированный инструмент	93
Глава VI. Точный измерительный инструмент	95
1. Меньше погрешности — точнее измерения	95
2. Типы и конструкция инструмента	98
3. Концевые и угловые меры	99
4. Механический измерительный инструмент	104
5. Оптико-механические измерительные приборы	109
6. Оптические измерительные приборы	112

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

СТАНКИ

Глава I. Станки и их рабочие движения	118
1. Станки — основа механизаций	118
2. Рабочие движения в станках	118
Глава II. Разметочно-сверлильные станки	122
1. Три конструкции станков	122
2. Разметочно-сверлильный станок с оптическим отсчетом	123
Глава III. Плоскошлифовальные и профишлифовальные станки	126
1. Плоскошлифовальные станки	126
2. Устройство плоскошлифовального станка	126
3. Координатно-шлифовальные станки	130
4. Оптические профишлифовальные станки	130
Глава IV. Инструментально-доводочные станки	134
1. Станок для доводки режущего инструмента	134
2. Доводочные станки и бабки для измерительного инструмента	136

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ОСНОВЫ СЛЕСАРНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА

Глава I. Техника обработки незакаленных деталей	138
1. Точная разметка	138
2. Опиливание деталей	141
3. Шабрение поверхности	144
4. Методы образования профилей точного инструмента	147
Глава II. Профильное шлифование	151
1. Назначение, область применения и оборудование	151
2. Шлифование прямолинейных участков профиля	153
3. Шлифование дугowych участков профиля	156
4. Точное распределение элементов профиля по окружности	160
5. Комбинированное шлифование профилей	161
6. Применение оптики при шлифовании	167
7. Техника профильного шлифования	169
Глава III. Доводка поверхностей	170
1. Процесс доводки и его сущность	170
2. Техника доводки	174

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

ПРОИЗВОДСТВО ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Глава I. Конструкция приспособлений	179
1. Станочные приспособления и их классификация	179
2. Установка детали в приспособлении	182
3. Устройства для направления инструмента	186
4. Крепления деталей в приспособлениях	189
Глава II. Механическая обработка приспособлений	193
1. Корпус и его изготовление	193
2. Обработка цилиндрических поверхностей	196
3. Точное размещение отверстий	199
Глава III. Сборка приспособлений	204
1. О пяти особенностях и маршруте сборки	204
2. Слесарные операции перед сборкой	207
3. Установка базовых деталей в исходное положение	208
4. Точные измерения в сборке	215
5. Установка деталей и узлов	220
6. Пригонка опорно-установочных размеров	224
7. Скрепление узлов и деталей с корпусом	227
8. О точности сборочных работ	228
Глава IV. Сборка силовых систем пневмогидравлических приспособлений	229
1. Об особенностях сборки силовых систем	229
2. Испытание силовой системы приспособления	230
3. Заполнение приспособлений гидропластом	232
Глава V. Балансировка вращающихся приспособлений	232
1. На чем основан принцип балансировки	232
2. Конструкция балансировочного стенда	235
3. Как отбалансировать приспособление	235

РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

ПРОИЗВОДСТВО ШТАМПОВ

Глава I. Конструкция штампов	238
1. Классификация штампов и их деталей	238
2. Конструкция рабочих частей штампов	240
3. Прочие детали штампов	242
Глава II. Обработка деталей штампов	242
1. Технологический процесс производства штампа	242
2. Изготовление рабочих частей	243
Глава III. Сборка и испытание штампов	246
1. Основные принципы сборки	246
2. В чем состоит качество сборки	249
3. Испытание и отладка штампов	250

РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ

ПРОИЗВОДСТВО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Глава I. Конструкция режущего инструмента	252
1. Главные виды режущего инструмента	252
2. Три типа режущего инструмента	253
Глава II. Слесарные операции в производстве режущего инструмента	256
1. Подготовка инструмента к напайке	256
2. Слесарные пригонки в сборном инструменте	258
3. Слесарные приемы заточки режущего инструмента	260
4. Слесарная доводка режущего инструмента	261

РАЗДЕЛ ВОСЬМОЙ

ПРОИЗВОДСТВО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Глава I. Конструкция измерительного инструмента	264
1. Калибры — измерительный инструмент особого рода	264
2. Допуски калибров	271
3. Технические требования к качеству калибров	274
Глава II. Производство элементных калибров	275
1. Технологический маршрут производства	275
2. Изготовление калибров для контроля диаметров отверстий	277
3. Изготовление калибров-скоб	279
4. Изготовление калибров длины и высоты	282
Глава III. Производство комплексных калибров	285
1. Механизация производства комплексных калибров	285
2. Образование профиля незакаленного калибра	287
3. Обработка комплексных калибров после закалки	289
Литература	295

Александр Иосифович Розин
 СЛЕСАРЬ-ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИК.
 Художник М. Н. Гарипов.
 Технический редактор Н. П. Ермаков.
 Корректор В. П. Ярыгина.

НС15021. Сдано в производство 15/XI 1956 г. Подписано к печати 16/V 1957 г. Печ. л. 18,5.
 Уч. изд. л. 19,58. Бум. л. 9,38. Формат 60×92/16. Тираж 35000. Индекс 3—2. Заказ № 2.

Типография № 1 Полиграфиздата. Новосибирск. Красный проспект, 20.